

DIKTAT

DASAR-DASAR ILMU GIZI

SUB TEMA:

KONSEP DASAR ILMU GIZI,
KEBUTUHAN GIZI, KARBOHIDRAT DAN
PROTEIN

Disusun Oleh:

Dr. Erry Yudhya Mulyani, S.Gz, M.Sc

KATA PENGANTAR

Dengan Rahmat Allah SWT Diktat Dasar-dasar Ilmu Gizi dengan Subtema: Konsep dasar ilmu gizi, proses pencernaan manusia, karbohidrat, lemak dan protein dapat terselesaikan. Materi diktat ini terdiri dari beberapa sub bab yaitu; pendahuluan, konsep dasar ilmu gizi, proses pencernaan manusia, perhitungan kebutuhan gizi, karbohidrat, lemak dan protein.

Adapun Diktat ini dipergunakan untuk membantu mahasiswa/i dalam memahami materi perkuliahan dasar-dasar ilmu gizi. Dengan harapan diktat ini dapat menjadi acuan dasar dalam perkuliahan dan mahasiswa/i dapat memperkaya dengan mendapatkan materi dari berbagai sumber.

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Esa Unggul. Semoga Diktat ini dapat bermanfaat kedepan.

Terima kasih

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Bab I. Pendahuluan	1
Bab II. Konsep Dasar Ilmu gizi	3
Bab III. Proses Pencernaan Manusia	12
Bab IV. Karbohidrat	31
Bab V. Lemak	43
Bab VI. Lemak Pencernaan dan Penyerapannya	55
Bab VII. Protein	69
Daftar Pustaka	86

BAB I

PENDAHULUAN

Tubuh kita memperbaharui strukturnya terus menerus, dan setiap hari tubuh membangun sedikit otot, tulang, kulit, dan darah, menggantikan jaringan lama dengan yang baru. Mungkin juga menambah sedikit lemak jika kita mengonsumsi makanan energi berlebih (kalori) atau mengurangi sedikit jika kita mengkonsumsinya kurang dari kebutuhan kita. Beberapa makanan yang kita makan hari ini menjadi bagian dari "kita" besok. Jadi, makanan terbaik untuk kita adalah jenis yang mendukung pertumbuhan dan pemeliharaan otot yang kuat, tulang yang sehat, kulit yang sehat, dan darah yang cukup untuk membersihkan dan menyehatkan seluruh bagian tubuh kita.

Ini berarti kita membutuhkan makanan yang tidak hanya menyediakan jumlah energi yang tepat tetapi juga nutrisi yang cukup, yaitu cukup air, karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Jika makanan yang kita makan memberikan terlalu sedikit atau terlalu banyak nutrisi hari ini, kesehatan kita mungkin sedikit menderita hari ini. Jika makanan kita makan memberikan terlalu sedikit atau terlalu banyak satu atau lebih nutrisi setiap hari selama bertahun-tahun, di kemudian hari kita mungkin menderita efek penyakit yang parah. Berbagai makanan yang dipilih dengan baik memasok cukup energi dan cukup untuk setiap nutrisi untuk mencegah malnutrisi. Malnutrisi meliputi defisiensi, ketidakseimbangan, dan kelebihan nutrisi, sendiri atau dalam kombinasi, yang mana saja dapat berdampak buruk pada kesehatan lembur.

Pilihan diet kita sangat memengaruhi kesehatan kita, baik saat ini maupun di masa depan. Hanya dua kebiasaan gaya hidup umum yang lebih berpengaruh: merokok dan menggunakan bentuk lain tembakau dan minum alkohol secara berlebihan.

Tidak semua penyakit sama-sama dipengaruhi oleh pola makan. Beberapa hampir murni genetik, seperti anemia sel sabit penyakit. Beberapa mungkin diwariskan (atau kecenderungan untuk mengembangkannya mungkin diwariskan dalam gen) tetapi mungkin saja dipengaruhi oleh pola makan, seperti beberapa bentuk diabetes. Beberapa murni diet, seperti kekurangan vitamin dan mineral penyakit.

Banyak orang lanjut usia menderita kondisi yang melemahkan yang sebagian besar bisa terjadi dicegah seandainya mereka mengenal dan menerapkan prinsip-prinsip gizi yang dikenal saat ini. Seperti penyakit kronis — penyakit jantung, diabetes, beberapa jenis kanker, penyakit gigi, dan pengeroposan tulang orang dewasa — semuanya berhubungan dengan pola makan yang buruk. Penyakit ini tidak mungkin terjadi jika tidak dicegah dengan diet yang baik; mereka sampai batas tertentu ditentukan oleh seseorang konstitusi genetik, aktivitas, dan gaya hidup. Dalam kisaran yang ditentukan oleh genetik yang diwariskan, bagaimanapun, kemungkinan mengembangkan penyakit ini sangat dipengaruhi dengan pilihan harian kita.

BAB II

KONSEP DASAR ILMU GIZI

Gizi adalah ilmu — bidang pengetahuan yang terdiri dari fakta-fakta yang terorganisir. Tidak seperti sains seperti astronomi dan fisika, nutrisi adalah ilmu yang relatif muda. Paling penelitian nutrisi telah dilakukan sejak tahun 1900. Vitamin pertama telah diidentifikasi pada tahun 1897, dan struktur protein pertama tidak sepenuhnya dijelaskan sampai pertengahan 1940-an. Karena ilmu gizi adalah ilmu pengetahuan yang aktif, berubah, dan berkembang, ilmiah temuan-temuan sering tampak bertentangan satu sama lain atau tunduk pada interpretasi yang saling bertentangan. Konsumen yang bingung mengeluh karena frustrasi, "Para ilmuwan itu tidak tahu apa saja. Jika mereka tidak tahu apa yang benar, bagaimana saya bisa tahu? " Namun, banyak fakta tentang nutrisi yang diketahui kepastian yang besar. Untuk memahami mengapa jelas kontradiksi terkadang muncul dalam ilmu gizi, pertama-tama kita perlu melihat apa yang dilakukan para ilmuwan.

Saat Anda mempelajari ilmu gizi, Anda cenderung mendengar temuan berdasarkan yang sedang berlangsung di seluruh negeri proyek penelitian gizi dan kesehatan. Asupan pangan dan gizi nasional survei, berjudul *What We Eat in America*, mengungkapkan apa yang kita ketahui tentang populasi asupan makanan dan suplemen. Ini dilakukan sebagai bagian dari upaya penelitian yang lebih besar, yaitu Survei Pemeriksaan Kesehatan dan Gizi Nasional (NHANES) yang juga melibatkan pemeriksaan fisik dan pengukuran serta uji laboratorium. Direbus sampai esensinya, NHANES melibatkan:

- Menanyakan kepada orang-orang apa yang telah mereka makan dan
- Mencatat ukuran status kesehatan mereka.

Hasil NHANES sebelumnya telah memberikan data penting untuk mengembangkan grafik pertumbuhan anak-anak, membimbing upaya fortifikasi pangan, mengembangkan pedoman nasional untuk mengurangi penyakit kronis, dan banyak program bermanfaat lainnya. Beberapa lembaga terlibat dengan upaya tersebut tercantum di margin.

Pengetahuan gizi tidak banyak nilainya jika hanya membantu orang mendapatkan nilai A dalam ujian. Itu nilai datang ketika orang menggunakannya untuk memperbaiki pola makan mereka. Untuk bertindak berdasarkan pengetahuan, orang harus mengubah perilaku mereka, dan meskipun ini mungkin terdengar cukup sederhana, perilaku perubahan sering kali membutuhkan usaha yang besar.

Rekomendasi nutrisi adalah seperangkat standar yang sesuai dengan nutrisi masyarakat dan asupan energi dapat diukur. Pakar nutrisi menggunakan rekomendasinya untuk menilai asupan dan menawarkan saran tentang jumlah yang akan dikonsumsi. Individu dapat menggunakannya untuk memutuskan berapa banyak nutrisi yang mereka butuhkan dan berapa banyak.

Standar yang digunakan di Amerika Serikat dan Kanada adalah Asupan Referensi Makanan (DRI). Sebuah komite ahli nutrisi dari Amerika Serikat dan Kanada mengembangkan, menerbitkan, dan memperbarui DRI. * Panitia DRI telah menetapkan nilai untuk semua vitamin dan mineral, serta karbohidrat, serat, lipid, protein, air, dan energi.

Daftar dan Tujuan DRI (angka kecukupan gizi yang dianjurkan)

Untuk setiap gizi, DRI menetapkan sejumlah nilai, masing-masing memiliki tujuan yang berbeda. Kebanyakan orang hanya perlu berfokus pada dua jenis nilai DRI: nilai yang menetapkan tujuan untuk asupan nutrisi (RDA, AI, dan AMDR, dijelaskan selanjutnya) dan yang menjelaskan keamanan nutrisi (UL, dibahas nanti). Secara total, DRI mencakup lima set nilai:

1. Recommended Dietary Allowances (RDA) —kecukupan
2. Asupan yang Memadai (AI) —cukup
3. Tingkat Intake Atas yang Dapat Ditoleransi (UL) —keamanan
4. Estimated Average Requirements (EAR) —penelitian dan kebijakan
5. Rentang Distribusi Makronutrien (AMDR) yang Dapat Diterima — rentang sehat untuk nutrisi penghasil energi

RDA dan AI — Asupan Nutrisi yang Direkomendasikan Keuntungan besar dari DRI nilai-nilai terletak pada penerapannya pada diet individu. Orang dapat mengadopsi Rekomendasi Nilai Tunjangan Diet dan Asupan yang Cukup sebagai tujuan asupan gizi mereka sendiri. RDA membentuk batuan dasar tak terbantahkan dari asupan yang direkomendasikan DRI karena mereka berasal dari bukti eksperimental yang kuat dan pengamatan yang andal — memang demikian diharapkan dapat memenuhi kebutuhan hampir semua orang sehat. Sebaliknya, nilai AI adalah berdasarkan sejauh mungkin pada bukti ilmiah yang tersedia tetapi juga pada beberapa terpelajar tebakan. Kapan pun komite DRI menemukan bukti yang tidak cukup untuk menghasilkan RDA, mereka menetapkan nilai AI sebagai gantinya. Buku ini mengacu pada nilai RDA dan AI secara kolektif sebagai asupan yang direkomendasikan DRI.

EAR — Riset dan Kebijakan Nutrisi Perkiraan Kebutuhan Rata-rata, juga ditetapkan oleh panitia DRI, menetapkan kebutuhan gizi rata-rata untuk mengingat tahapan kehidupan dan kelompok gender yang digunakan peneliti dan pembuat kebijakan gizi dalam pekerjaan mereka. Pejabat kesehatan masyarakat juga dapat menggunakannya untuk menilai asupan nutrisi populasi dan membuat rekomendasi. Nilai EAR membentuk dasar ilmiah yang di atasnya nilai-nilai RDA ditetapkan (bagian selanjutnya menjelaskan caranya).

UL — Keamanan Melampaui titik tertentu, tidak bijaksana untuk mengonsumsi dalam jumlah besar Asupan zat gizi apa pun, sehingga komite DRI menetapkan Tingkat Asupan Atas yang Dapat Ditoleransi untuk diidentifikasi tingkat asupan nutrisi yang berpotensi beracun. Asupan nutrisi yang biasa di bawah level ini memiliki risiko rendah menyebabkan penyakit. UL sangat diperlukan untuk konsumen yang mengambil suplemen atau konsumsi makanan dan minuman yang mengandung vitamin atau mineral

telah ditambahkan — grup yang mencakup hampir semua orang. Pejabat kesehatan masyarakat juga mengandalkan pada nilai UL untuk menetapkan batas atas yang aman

untuk nutrisi yang ditambahkan ke pasokan makanan dan air kita. Kebutuhan nutrisi berada dalam kisaran tertentu, dan zona bahaya ada baik di bawah maupun di atasnya kisaran itu. Toleransi masyarakat untuk dosis tinggi nutrisi bervariasi, jadi kehati-hatian harus dilakukan ketika asupan nutrisi mendekati nilai UL. Beberapa nutrisi kekurangan nilai UL. Tidak adanya UL untuk nutrisi tidak berarti bahwa aman untuk dikonsumsi dalam jumlah berapapun. Artinya hanya itu tidak cukup data ada untuk menetapkan nilai.

AMDR — Kisaran Persentase Kalori Panitia DRI juga menetapkan sehat kisaran asupan karbohidrat, lemak, dan protein yang dikenal sebagai Makronutrien Dapat Diterima Rentang Distribusi. Masing-masing dari ketiga zat gizi penghasil energi ini berkontribusi total asupan kalori hari itu, dan kontribusinya dapat dinyatakan sebagai persentase dari total. Menurut panitia, pola makan itu memberikan energi yang cukup dalam proporsi berikut dapat memberikan nutrisi yang cukup sekaligus meminimalkan risiko penyakit kronis:

- 45 sampai 65 persen kalori dari karbohidrat.
- 20 sampai 35 persen kalori dari lemak.
- 10 sampai 35 persen kalori dari protein.

Bab-bab tentang zat gizi penghasil energi meninjau kembali materi ini. Komite DRI memperhitungkan pencegahan penyakit kronis gizi lainnya juga. Misalnya, panitia menetapkan sasaran asupan untuk mineral kalsium pada tingkat yang diketahui meningkatkan pertumbuhan dan pemeliharaan tulang normal, yang mungkin pada gilirannya membantu menjaga kekuatan tulang orang-orang seiring bertambahnya usia dan mengurangi risikonya patah tulang karena osteoporosis.

Anda mungkin sudah tidak asing lagi dengan istilah karbohidrat, lipid (lemak dan minyak), protein, vitamin, dan mineral. Ini, ditambah air, membentuk 6 kelas nutrisi dalam makanan. Nutrisi adalah zat penting untuk kesehatan yang tidak dapat dibuat oleh tubuh atau membuat dalam jumlah terlalu kecil untuk mendukung kesehatan.

Untuk dianggap sebagai nutrisi esensial, suatu zat harus memiliki karakteristik berikut:

1. Ia memiliki fungsi biologis yang spesifik.
2. menghilangkannya dari makanan menyebabkan penurunan fungsi biologis manusia, seperti fungsi normal sel darah atau sistem saraf.
3. Menambahkan zat yang dihilangkan kembali ke makanan sebelum terjadi kerusakan permanen untuk menormalkan aspek-aspek fungsi biologis manusia yang dirusak oleh ketiadaannya.

Nutrisi dapat dibagi menjadi 3 fungsi kategori: (1) mereka yang terutama memberikan energi (biasanya dinyatakan dalam kilokalori [kcal]); (2) hal-hal yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan (dan nanti pemeliharaan); dan (3) mereka yang memelihara tubuh fungsi berjalan dengan lancar. Beberapa tumpang tindih ada di antara pengelompokan ini. Yang pantang menyerah nutrisi dan air menjadi yang utama porsi dari sebagian besar makanan.

Karena karbohidrat, protein, lipid, dan air dibutuhkan dalam jumlah besar, mereka disebut makronutrien. Sebaliknya, vitamin dan mineral dibutuhkan untuk itu jumlah kecil dalam makanan yang mereka sebut zat gizi mikro.

Karbohidrat

Karbohidrat terutama terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian adalah sumber makanan utama karbohidrat. Utama jenis karbohidrat sederhana dan kompleks. Disebut struktur karbohidrat kecil gula atau karbohidrat sederhana — gula meja (sukrosa) dan gula darah (glukosa) contoh. Beberapa gula, seperti glukosa, secara kimiawi dapat berikatan menjadi bentuk yang besar karbohidrat, disebut polisakarida atau karbohidrat kompleks.

Contoh

Karbohidrat kompleks termasuk pati dalam biji-bijian dan glikogen yang disimpan di dalam kita otot. Serat adalah jenis karbohidrat kompleks lain yang membentuk struktur tanaman. Glukosa yang dihasilkan tubuh dari karbohidrat dan pati sederhana adalah

sumber energi utama di sebagian besar sel. Itu dan sebagian besar karbohidrat lainnya memberikan rata-rata dari 4 kalori per gram (kkal / g).

Lemak

Seperti karbohidrat, lipid (misalnya lemak, minyak, dan kolesterol) sebagian besar terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen (Gbr. 1-3). Perhatikan bahwa istilah lemak mengacu pada lipid yang padat pada suhu kamar, sedangkan minyak adalah yang cair pada suhu kamar. Karena mengandung lebih sedikit atom oksigen, lipid menghasilkan lebih banyak energi per gram daripada karbohidrat — rata-rata 9 kalori per gram.

Jenis lipid yang disebut trigliserida adalah bentuk utama lemak dalam makanan dan energi utama sumber tubuh. Trigliserida juga merupakan bentuk energi utama yang disimpan di tubuh. Mereka terdiri dari 3 asam lemak yang terikat pada molekul gliserol. Asam lemak adalah rantai panjang karbon yang diapit oleh hidrogen dengan gugus asam yang terikat di ujungnya berlawanan dengan gliserol. Kebanyakan lipid dapat dipisahkan menjadi 2 tipe dasar — berbasis jenuh dan tak jenuh pada struktur kimia asam lemak dominan mereka. Perbedaan ini membantu menentukan apakah lipid itu padat atau cair pada suhu kamar, serta pengaruhnya terhadap kesehatan. Meskipun Hampir semua makanan mengandung berbagai macam asam lemak tak jenuh dan tak jenuh nabati minyak cenderung mengandung sebagian besar asam lemak tak jenuh, yang membuatnya cair di dalam ruangan suhu. Banyak lemak hewani yang kaya akan asam lemak jenuh, yang membuatnya menjadi padat suhu kamar. Lemak tak jenuh cenderung lebih sehat daripada lemak jenuh — lemak jenuh lemak yang meningkatkan kolesterol darah, yang dapat menyumbat arteri dan akhirnya menyebabkan penyakit kardiovaskular.

Dua asam lemak tak jenuh spesifik — asam linoleat dan asam alfa-linolenat — sangat penting nutrisi. Mereka harus dipasok oleh makanan kita. Asam lemak esensial ini memiliki banyak peran, termasuk menjadi komponen struktural dinding sel dan

membantu mengatur tekanan darah dan transmisi saraf. Beberapa sendok makan minyak sayur setiap hari dan makan ikan setidaknya dua kali seminggu menyediakan asam lemak esensial dalam jumlah yang cukup.

Beberapa makanan juga mengandung asam lemak trans — lemak tak jenuh yang telah diproses untuk mengubah strukturnya dari bentuk cis yang lebih khas ke bentuk trans (lihat Bab 6). Ini ditemukan terutama dalam makanan yang digoreng (mis., Donat dan Prancis kentang goreng), makanan ringan yang dipanggang (mis., biskuit dan kerupuk), dan lemak padat (mis., margarin dan memperpendek). Lemak trans dalam jumlah besar dalam makanan menimbulkan risiko kesehatan, jadi, seperti jenuh lemak, asupannya harus diminimalkan.

Protein

Protein, seperti karbohidrat dan lemak, terdiri dari unsur karbon, oksigen, dan hydrogen. Protein juga mengandung unsur lain — nitrogen. Protein adalah bahan struktural utama di dalam tubuh. Misalnya, mereka merupakan bagian utama dari tulang dan otot; mereka juga merupakan komponen penting dalam darah, membran sel, enzim, dan faktor kekebalan. Protein dapat memberikan energi bagi tubuh — rata-rata, 4 kalori per gram; Namun, tubuh biasanya menggunakan sedikit protein untuk memenuhi kebutuhan energi hariannya. Protein dibentuk oleh ikatan asam amino. Dua puluh umum asam amino ditemukan dalam makanan; 9 di antaranya adalah nutrisi penting untuk orang dewasa, dan 1 tambahan asam amino penting untuk bayi.

Vitamin

Vitamin memiliki berbagai macam struktur kimia dan dapat mengandung unsur karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, fosfor, belerang, dan lainnya. Fungsi utama vitamin memungkinkan banyak reaksi kimia terjadi di dalam tubuh. Beberapa di antaranya reaksi membantu melepaskan energi yang terperangkap dalam karbohidrat, lipid, dan protein. Vitamin sendiri tidak memberikan energi yang dapat digunakan untuk tubuh.

Ke-13 vitamin tersebut dibagi menjadi 2 kelompok. Vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K) larut dalam lemak. Vitamin C dan vitamin B (thiamin, riboflavin, niasin, vitamin B-6, asam pantotenat, biotin, folat, dan vitamin B-12) adalah vitamin yang larut dalam air. Itu kelompok vitamin sering bertindak sangat berbeda. Misalnya, memasak lebih cenderung merusak vitamin yang larut dalam air daripada vitamin yang larut dalam lemak. Vitamin yang larut dalam air lebih mudah dikeluarkan dari tubuh daripada vitamin yang larut dalam lemak. Hasilnya, vitamin yang larut dalam lemak, terutama vitamin A, jauh lebih mungkin terakumulasi dalam jumlah yang berlebihan di tubuh, yang kemudian dapat menyebabkan keracunan.

Mineral

Nutrisi yang dibahas sejauh ini adalah semua senyawa organik kompleks, sedangkan mineral secara struktural sangat sederhana, zat anorganik. Struktur kimia organik senyawa mengandung atom karbon yang terikat pada atom hidrogen, sedangkan anorganik substansi umumnya tidak. Dalam hal ini istilah organik tidak ada hubungannya dengan pertanian praktik yang menghasilkan makanan organik.

Mineral biasanya berfungsi dalam tubuh sebagai kelompok dari satu atau lebih atom yang sama (misalnya, natrium atau kalium) atau sebagai bagian dari kombinasi mineral, seperti kalsium dan senyawa yang mengandung fosfor yang disebut hidroksiapatit, ditemukan di tulang. Karena mereka adalah elemen, mineral tidak hancur selama memasak. (Namun, bisa bocor saat memasak air dan dibuang jika air itu tidak dikonsumsi.) Mineral tidak menghasilkan energi untuk tubuh tetapi diperlukan untuk fungsi tubuh normal. Misalnya, mineral memainkan peran kunci dalam sistem saraf, sistem rangka, dan keseimbangan air

Mineral dibagi menjadi 2 kelompok: mineral utama dan mineral kecil. Mineral utama dibutuhkan setiap hari dalam jumlah gram. Natrium, kalium, klorida, kalsium, dan fosfor adalah contoh mineral utama. Mineral jejak adalah mineral yang kita butuhkan dalam jumlah kurang dari 100 mg setiap hari. Contoh trace mineral adalah besi, seng, tembaga, dan selenium.

Air

Air adalah nutrisi kelas keenam. Meski terkadang diabaikan sebagai nutrisi, air adalah makronutrien yang dibutuhkan dalam jumlah terbesar. Air (H₂O) memiliki banyak kandungan vital fungsi di dalam tubuh. Ini bertindak sebagai pelarut dan pelumas dan merupakan media untuk pengangkutan nutrisi ke sel. Ini juga membantu mengatur suhu tubuh. Minuman, juga banyak makanan, suplai air. Tubuh bahkan membuat air sebagai produk sampingan metabolisme.

Fitokimia dan Zoochemicals

Fitokimia (komponen tumbuhan dalam buah-buahan, sayuran, polong-polongan, dan biji-bijian) dan Zoochemicals (komponen pada hewan) adalah senyawa aktif secara fisiologis. Mereka tidak dianggap nutrisi penting dalam makanan. Meski begitu, banyak dari zat ini memberikan signifikansi manfaat kesehatan tidak bisa. Misal, banyak penelitian menunjukkan penurunan risiko kanker di antaranya orang yang rutin mengonsumsi buah dan sayur. peneliti menduga bahwa beberapa fitokimia dalam buah-buahan dan sayuran menghambat perkembangan kanker

Beberapa phytochemical dan zoochemical juga dikaitkan dengan penurunan risiko kardiovaskular penyakit. Mungkin dibutuhkan waktu bertahun-tahun bagi para ilmuwan untuk mengungkap efek penting dari segudang phytochemical dan zoochemicals dalam makanan. Multivitamin dan mineral terkini suplemen mengandung sedikit atau tidak ada bahan kimia bermanfaat ini. Jadi, nutrisi dan Pakar kesehatan menyarankan pola makan yang kaya buah, sayur, polong-polongan, dan biji-bijian roti dan sereal adalah cara paling andal untuk mendapatkan manfaat potensial fitokimia. Selain itu, pangan hewani, seperti

sebagai ikan berlemak, dapat memberikan manfaat asam lemak omega-3 zoochemical, dan difermentasi produk susu menyediakan probiotik.

BAB III

PROSES PENCERNAAN MANUSIA

Pencernaan, proses memecah makanan menjadi bentuk yang bisa digunakan tubuh, dan penyerapan, pengambilan nutrisi dari saluran GI (*Gastrointestinal*) ke dalam darah atau getah bening, tercapai oleh sistem pencernaan. Sekitar 29 cangkir (7 liter) cairan yang mengandung air, lendir, asam, enzim pencernaan, empedu, dan hormon disekresikan ke dalam saluran pencernaan setiap hari untuk membantu dengan proses pencernaan dan penyerapan. Semua nutrisi — protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, dan air — mudah dicerna dan diserap di sepanjang GI sistem. Dan, di ujung saluran GI, ekskresi materi limbah terjadi dengan nyaman, proses sukarela. Seperti banyak proses lainnya, seperti bernapas dan detak jantung, pencernaan dan penyerapan dikontrol dengan cermat oleh hormon dan sistem saraf.

Selain fungsi utamanya pencernaan dan absorpsi, saluran GI juga berfungsi sebagai penghalang masuknya bakteri berbahaya ke dalam tubuh. Selanjutnya, bakteri sehat pada umumnya usus membantu mengendalikan bakteri patogen (penyebab penyakit). Mereka juga mensintesis nutrisi, seperti vitamin K dan biotin, bersama dengan asam lemak rantai pendek yang dapat berfungsi sebagai sumber energi untuk usus besar.

Saluran GI, juga dikenal sebagai saluran pencernaan, adalah tabung berotot panjang dan berongga yang memanjang hampir 15 kaki dari mulut ke anus. Nutrisi harus melewati dinding tabung ini untuk diserap ke dalam tubuh. Dinding terdiri dari 4 lapisan:

- Mukosa, lapisan paling dalam, dilapisi dengan sel epitel dan kelenjar. Mukosa tidak licin dan di beberapa daerah memiliki struktur kecil seperti jari yang menonjol ke dalam lumen saluran GI (daerah berlubang di dalam tabung) dan menjebak nutrisi.
- Submukosa, lapisan kedua, terdiri dari jaringan ikat longgar, kelenjar, pembuluh darah, dan saraf. Pembuluh darah membawa zat, termasuk nutrisi, baik ke dan dari saluran GI.

- Otot, lapisan berikutnya, muncul sebagai lapisan ganda di sebagian besar bagian saluran GI: lapisan dalam dari otot polos melingkar yang mengelilingi tuba dan lapisan luar dari serabut otot longitudinal yang membentang ke atas dan ke bawah tuba. Otot-otot ini menggerakkan makanan ke depan melalui saluran GI. Lambung memiliki lapisan ketiga dari serat otot yang mengelilingi perut secara diagonal.
- Serosa, lapisan terluar, melindungi saluran GI. Serosa mengeluarkan cairan yang melindungi saluran GI dan mengurangi gesekan saat organ tersebut bergerak. Di sepanjang saluran GI terdapat sfingter, otot seperti cincin yang membuka dan menutup seperti katup untuk mengontrol aliran isi. Sfingter mencegah makanan bergerak melalui saluran GI terlalu cepat. Hal ini memungkinkan makanan di saluran GI untuk dicampur secara menyeluruh dengan sekresi sistem pencernaan. Sfingter juga membantu motilitas GI (penggerak makanan melalui saluran GI).

Motilitas GI: Pencampuran dan Penggerak

Makanan dicampur dengan sekresi pencernaan dan didorong ke bawah saluran GI melalui proses yang disebut gerak peristaltik. Seekor ular yang menelan mangsanya menggambarkan prosesnya secara grafis. ingat bahwa sebagian besar saluran GI memiliki 2 lapisan otot — melingkar dan membujur. Peristaltik terdiri dari gelombang terkoordinasi dari kontraksi (meremas dan memperpendek) dan relaksasi otot-otot ini. Proses ini dimulai di kerongkongan sebagai 2 gelombang aksi otot yang mengikuti satu sama lain. Otot paling tebal dan terkuat dari saluran GI berada di perut, di mana 3 lapisan otot yang berlawanan (untuk memungkinkan pencampuran dan pengadukan yang lebih lengkap) berkontraksi sebanyak 3 kali per menit setelah makan untuk mencampur makanan dengan cairan lambung.

Peristaltik paling sering terjadi di usus kecil, di mana kontraksi terjadi setiap 4 hingga 5 detik. Usus halus juga mengalami kontraksi segmental (segmentasi), yang menggerakkan isi usus bolak-balik, menyebabkan isinya pecah dan bercampur dengan cairan pencernaan. Usus besar memiliki gelombang peristaltik yang relatif lamban. Ini

menyebabkan gerakan massa sesekali, yang merupakan gelombang peristaltik yang secara bersamaan mengoordinasikan kontraksi di area usus besar yang luas. Gerakan massa mendorong kotoran dari satu bagian usus besar ke bagian berikutnya dan akhirnya ke dalam rektum untuk dibuang.

Sekresi Sistem Pencernaan

Di seluruh saluran pencernaan, banyak sekresi yang membantu pencernaan dilepaskan. Sekresi saluran pencernaan meliputi air liur, lendir, asam klorida, enzim pencernaan, hormon, bikarbonat, dan empedu.

Air liur, dari kelenjar ludah di mulut, membasahi makanan dan memulai proses pencernaan. Lendir dan enzim pencernaan disekresikan di mulut, lambung, dan usus kecil serta oleh pankreas. Lendir adalah cairan kental yang melindungi sel-sel tubuh dan melumasi makanan yang dicerna untuk membantunya bergerak dengan lancar di sepanjang saluran GI. Enzim pencernaan adalah molekul protein yang mempercepat pencernaan dengan mengkatalisasi reaksi kimia. Katalisis membawa molekul tertentu berdekatan dan kemudian menciptakan lingkungan yang menguntungkan untuk reaksi kimia. (Lampiran B memberikan rincian tentang tindakan enzim.) Enzim pencernaan mengkatalisasi reaksi kimia yang dikenal sebagai reaksi hidrolisis. Dalam reaksi ini, air (hidro-) memecah molekul (-lisis) yang terlalu besar untuk melewati dinding saluran GI. Reaksi hidrolisis akhirnya menghasilkan molekul sederhana yang cukup kecil untuk diserap melalui dinding usus. Misalnya sukrosa (gula meja) tidak dapat diserap karena terlalu besar untuk melewati dinding saluran GI.

Bantuan enzim pencernaan sebagian besar dalam pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak. Setiap enzim biasanya bekerja pada satu zat tertentu; misalnya, enzim yang mengenali sukrosa mengabaikan laktosa (gula susu).

Mulut dan perut membuat beberapa enzim pencernaan. Namun, sebagian besar disintesis oleh pankreas dan usus halus. Pankreas menyesuaikan produksi enzimnya agar sesuai dengan kandungan makronutrien makanan. Peningkatan asupan protein

menghasilkan peningkatan enzim pencerna protein. Diet tinggi lemak dan rendah karbohidrat menyebabkan peningkatan produksi enzim pencerna lemak.

Jumlah enzim pencernaan yang tidak mencukupi dapat diproduksi ketika usus kecil atau pankreas sakit. Kelangkaan ini dapat mengakibatkan pencernaan yang tidak sempurna dan penyerapan yang terbatas. Jika makanan tidak sepenuhnya dicerna, bakteri di usus besar mengubah sebagian makanan menjadi gas dan asam. Gas-gas tersebut seringkali membuat perut kembung (begah). Selain itu, feses terlihat berbusa dan berminyak karena adanya gas yang terperangkap dan adanya lemak yang tidak tercerna.

Beberapa enzim pencernaan tidak hanya mencerna makanan tetapi juga dapat mencerna saluran GI itu sendiri! Untuk alasan ini, saraf dan hormon mengontrol pelepasan enzim dengan ketat. Empat hormon yang berperan penting dalam pencernaan adalah gastrin, sekretin, kolesistokinin (CCK), dan peptida penghambat lambung.

Pergerakan di jalur GI: Mulut dan Esofagus

Sebelum kita makan sebagian besar makanan, pekerjaan pencernaan sudah dimulai. Persiapan makanan, seperti memasak, mengasinkan, menumbuk, dan memotong dadu, sering kali memulai prosesnya. Butiran pati dalam makanan membengkak saat menyerap air selama memasak, membuatnya lebih mudah dicerna. Memasak juga melembutkan jaringan ikat yang keras pada daging dan jaringan serat tumbuhan, seperti pada batang brokoli. Hasilnya, makanan lebih mudah dikunyah, ditelan, dan terurai selama proses pencernaan.

Di dalam tubuh, pencernaan dimulai di mulut, atau rongga mulut. Gigi merobek dan menggiling makanan padat menjadi potongan-potongan kecil, yang meningkatkan luas permukaan yang terpapar air liur. Selama mengunyah, lidah menekan potongan makanan ke langit-langit keras dan membantu mencampur makanan dengan air liur. Makanan tersebut sekarang disebut sebagai bolus.

Kelenjar ludah menghasilkan sekitar 4 cangkir (1 liter) air liur setiap hari. Air liur adalah cairan encer dan encer yang mengandung beberapa zat, termasuk lendir untuk melumasi bolus dan menahannya; lisozim untuk membunuh bakteri; dan amilase untuk memecah pati menjadi gula sederhana. Namun, makanan tetap berada di mulut dalam waktu yang singkat sehingga hanya sekitar 5% pati yang diuraikan oleh amilase saliva. Lipase lingual, juga dilepaskan dari kelenjar ludah, adalah enzim pencernaan lemak yang diproduksi terutama selama masa bayi. Air liur juga membantu mencegah kerusakan gigi karena mengandung zat antibakteri, mineral untuk memperbaiki gigi, dan zat yang menetralkan asam.

Rasa dan Bau

Air liur meningkatkan persepsi kita tentang rasa makanan dengan melarutkan senyawa pembentuk rasa dalam makanan. Kuncup pengecap, ditemukan di lidah dan langit-langit lunak, mengandung sel-sel yang berinteraksi dengan senyawa perasa dalam makanan. Sel pengecap dapat mendeteksi masing-masing dari 5 sensasi rasa dasar berikut, tetapi kepekaan terhadap rasa tertentu mungkin lebih terlihat pada area tertentu di lidah.

- Asin, dari ion logam, seperti natrium (Na^+)
- Asam, dari asam (pikirkan seberapa asam — dan asam — lemon)
- Manis, dari senyawa organik seperti gula
- Pahit, dari beragam kelompok senyawa, termasuk kafein dan kina, dan banyak senyawa lain dalam sayuran dan buah-buahan; banyak senyawa pahit yang beracun, tetapi yang lain merupakan fitokimia yang bermanfaat dan memiliki aktivitas antioksidan dan pelindung kanker
- Umami, rasa gurih, kasar, atau daging dari asam amino, terutama glutamat; makanan seperti jamur, tomat matang, keju parmesan, dan rumput laut menyebabkan sensasi rasa umami, dan bumbu monosodium glutamat (MSG) sering ditambahkan ke makanan olahan dan restoran untuk meningkatkan sensasi umami

Indera perasa ditingkatkan dengan masukan dari sekitar 6 juta sel penciuman (penciuman) di hidung, yang dirangsang saat kita mengunyah. Jadi, sangat masuk akal bahwa, ketika hidung kita tersumbat, makanan yang rasanya kuat pun hanya memiliki sedikit rasa. Berbagai penyakit dan obat-obatan, serta efek penuaan, dapat mengubah sensasi rasa dan penciuman. Persepsi rasa juga dipengaruhi oleh variasi genetik manusia dalam sensasi rasa dan penciuman. Kemampuan mendeteksi zat pahit — seperti pada brokoli atau kubis — adalah salah satu contohnya.

Menelan

Menelan memindahkan makanan dari mulut ke kerongkongan, tabung otot sepanjang 10 inci yang memanjang ke perut. Di pintu masuknya adalah epiglottis, jaringan berbentuk katup yang mencegah makanan masuk ke dalam trakea (batang tenggorokan). Saat makanan ditelan, ia jatuh ke epiglottis, yang kemudian menutupi laring (bukaan trakea). Pernapasan otomatis berhenti. Respons yang tidak disengaja ini memastikan bahwa makanan yang tertelan, dibantu oleh gerakan peristaltik esofagus dan gravitasi, mengalir ke esofagus, bukan ke trakea. Potongan kecil makanan yang masuk ke trakea bisa berakhir di paru-paru dan menyebabkan infeksi serius. Potongan makanan yang lebih besar yang memasuki trakea dapat menyebabkan tersedak (korban tidak dapat berbicara atau bernapas). Serangkaian langkah untuk memperlakukan orang seperti itu disebut manuver Heimlich (lihat www.heimlichinstitute.org untuk detailnya).

Pergerakan di saluran GI: lambung

Masuknya makanan ke dalam lambung adalah melalui sfingter esofagus bagian bawah (kadang-kadang disebut sfingter jantung karena letaknya yang dekat dengan jantung), yang terletak di antara esofagus dan lambung. Ini mencegah aliran balik (refluks) dari isi lambung yang sangat asam ke kerongkongan. Jika sfingter mengalami malfungsi sehingga menyebabkan refluks, timbul rasa nyeri yang biasa disebut heartburn.

Perut pada dasarnya adalah tangki penampung dan pencampur. Rata-rata perut orang dewasa menampung sekitar 2 ons (50 ml) saat kosong dan mengembang menjadi 4

hingga 6 cangkir (1–1,5 liter) setelah makan biasa, tetapi dapat menampung hingga 16 cangkir (4 liter) saat sangat penuh. Pencernaan kecil terjadi di perut dan hanya air, beberapa bentuk lemak, dan sekitar 20% alkohol yang dikonsumsi dapat diserap di sana.

Setiap hari, perut mengeluarkan sekitar 8 cangkir (2 liter) "jus lambung" yang membantu proses pencernaan. Sekresi ini termasuk asam yang sangat kuat, yang disebut asam klorida (HCl), dari sel parietal; pepsinogen, enzim pencerna protein yang tidak aktif; dan lipase lambung dari sel-sel utama. Gastrin, hormon yang dibuat di perut, mengontrol pelepasan HCl dan pepsinogen. Gastrin disekresikan saat kita makan atau berpikir tentang makan. Saat makan berlangsung, sekresi gastrin menurun, menyebabkan pelepasan HCl dan pepsinogen berkurang.

HCl yang diproduksi oleh lambung sangatlah penting. Ini menonaktifkan aktivitas biologis protein yang tertelan, seperti hormon tumbuhan dan hewan tertentu. Ini mencegah mereka mempengaruhi fungsi manusia. HCl juga menghancurkan sebagian besar bakteri dan virus berbahaya (patogen) dalam makanan; melarutkan mineral makanan (misalnya kalsium), sehingga lebih mudah diserap; dan mengubah pepsinogen menjadi pepsin enzim pencerna protein yang aktif.

Lambung juga mengeluarkan lendir dari sel mukosa yang ditemukan di mukosa lambung. Lendir melumasi dan melindungi lambung agar tidak dicerna oleh HCl dan pepsin. Produksi lendir bergantung pada keberadaan senyawa mirip hormon yang disebut prostaglandin. Penggunaan aspirin secara berlebihan dan obat antiinflamasi nonsteroid lainnya (misalnya ibuprofen, naproxen) dapat merusak dinding lambung karena menghambat produksi prostaglandin. Pengurangan lendir di lambung berarti asam lambung dapat merusak dinding lambung.

Kontraksi 3 lapisan otot di perut secara menyeluruh mencampurkan makanan dengan sekresi lambung. Pencampuran mengubah makanan padat menjadi chyme/kimus (diucapkan kime), campuran pekat dan asam. Sfingter pilorus, yang terletak di antara

lambung dan duodenum (bagian pertama dari usus kecil), mengontrol aliran chyme ke usus kecil. Hanya 1 sendok teh chyme dilepaskan sekaligus ke usus kecil. Peptida penghambat lambung, sebuah hormon, membantu memperlambat pelepasan chyme ke usus kecil, memberi waktu pada usus kecil untuk menetralkan asam dan mencerna nutrisi. Sfingter pilorus juga mencegah aliran balik empedu ke dalam lambung (empedu, yang akan dibahas nanti dalam bab ini, dapat merusak lapisan lambung). Biasanya memakan waktu 1 sampai 4 jam untuk makan keluar dari perut ke dalam usus kecil; lebih sedikit waktu yang dibutuhkan saat makanan sebagian besar cair, lebih banyak waktu saat makanan besar dan tinggi lemak. Fungsi penting lambung lainnya adalah produksi zat yang disebut faktor intrinsik (IF). Zat ini diperlukan untuk penyerapan vitamin B-12 di usus halus.

Pergerakan di saluran GI: Usus halus dan organ pelengkap lainnya

Usus kecil adalah tempat utama pencernaan dan penyerapan makanan. Itu melingkar di bawah perut di perut. Usus halus dibagi menjadi 3 bagian: bagian pertama, duodenum, panjangnya sekitar 25 cm; ruas tengah, jejunum, panjangnya sekitar 4 kaki (122 cm); dan bagian terakhir, ileum, panjangnya sekitar 152 cm. Usus halus dianggap kecil karena diameternya yang kecil (2,5 cm), bukan panjangnya.

Bagian dalam usus halus memiliki lipatan melingkar dan proyeksi seperti jari (vili dan mikrovili) yang meningkatkan luas permukaannya 600 kali lipat dari luas permukaan tabung halus. Area permukaan yang besar ini berkontribusi pada ketelitian dan efisiensi pencernaan dan penyerapan. Lipatan melingkar membuat chyme mengalir perlahan, mengikuti jalur spiral saat mengalir melalui usus kecil. Spiral lambat benar-benar mencampur chyme dengan cairan pencernaan dan membuatnya bersentuhan dengan vili yang meluas ke lumen. Villi dilapisi dengan sel piala yang membuat lendir, sel endokrin yang menghasilkan hormon dan zat seperti hormon, dan sel yang menghasilkan enzim pencernaan dan menyerap nutrisi (enterosit). Setiap enterosit memiliki batas sikat yang terdiri dari mikrovili yang ditutupi dengan glikokaliks yang mengandung enzim pencernaan. Vili dan mikrovili membuat interior usus halus tampak kabur, seperti kain terrycloth atau beludru.

Sebagian besar pencernaan di usus kecil terjadi di duodenum dan bagian atas jejunum dan membutuhkan banyak sekresi dari usus kecil itu sendiri, serta pankreas, hati, dan kantong empedu. Tabel 4-2 mengulas sekresi ini dan fungsinya. Setiap hari, usus halus mengeluarkan sekitar 6 cangkir (1,5 liter) lendir, enzim, dan cairan yang mengandung hormon. Enzim yang diproduksi di usus kecil, juga dikenal sebagai enzim perbatasan sikat, bertanggung jawab untuk pencernaan kimiawi makronutrien. Mereka biasanya menyelesaikan langkah pencernaan terakhir, menghasilkan senyawa yang cukup kecil untuk diserap.

Hati, Kantong Empedu, dan Pankreas

Hati, kantong empedu, dan pankreas, yang dikenal sebagai organ aksesori sistem pencernaan, bekerja dengan usus kecil tetapi bukan merupakan bagian fisik darinya. Sekresi dari organ-organ ini dikirim melalui saluran empedu dan saluran pankreas. Duktus ini berkumpul di sfingter Oddi (juga disebut sfingter hepatopankreas) dan bermuara di duodenum.

Hati menyediakan empedu, cairan kuning-hijau yang mengandung kolesterol yang membantu pencernaan dan penyerapan lemak dengan mengemulsi lemak. Artinya, ia menyebarkan lemak menjadi banyak tetesan kecil, yang dikenal sebagai misel, yang tersuspensi di dalam air. Hati mengeluarkan sekitar 2 sampai 4 cangkir (500 sampai 1000 ml) empedu per hari. Empedu yang dilepaskan ke duodenum diserap kembali di bagian terakhir usus kecil (ileum) dan kembali ke hati. Saat makan, empedu disirkulasi ulang 2 kali atau lebih. Sistem daur ulang empedu ini disebut sirkulasi enterohepatik. Sejumlah kecil empedu tidak diserap kembali dan dikeluarkan melalui tinja — inilah satu-satunya cara tubuh untuk mengeluarkan kolesterol, salah satu komponen empedu. Empedu disimpan di kantong empedu sampai dibutuhkan.

Pankreas menghasilkan sekitar 5 sampai 6 cangkir (1,5 liter) jus pankreas per hari. Jus ini adalah campuran basa (basa) natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan enzim. Natrium bikarbonat menetralkan asam chyme yang datang dari lambung, dengan demikian

melindungi usus kecil dari kerusakan oleh asam. Enzim pencernaan dari pankreas antara lain amilase pankreas (untuk mencerna pati), lipase pankreas (untuk mencerna lemak), dan beberapa protease (untuk mencerna protein). Enzim pankreas memecah molekul makronutrien besar menjadi subunit yang lebih kecil.

Hormon Gastrointestinal — Kunci untuk Mengatur Pencernaan

Pekerjaan luar biasa dari sistem pencernaan membutuhkan pengaturan dan koordinasi yang cermat dari beberapa proses, termasuk produksi dan pelepasan hormon di sepanjang saluran pencernaan. Empat hormon, bagian dari sistem endokrin, menjadi kunci dalam regulasi ini: gastrin, sekretin, kolesistokinin (CCK), dan peptida penghambat lambung. Untuk mengilustrasikan fungsinya, mari ikuti perjalanan sandwich kalkun melalui sistem pencernaan.

1. Saat Anda makan sandwich kalkun (atau bahkan hanya memikirkannya), gastrin diproduksi oleh sel-sel di perut. Gastrin memberi sinyal pada sel perut lain untuk melepaskan HCl dan pepsinogen (untuk pencernaan protein). Setelah pencampuran menyeluruh, sandwich kalkun, sekarang chyme, dilepaskan dalam jumlah kecil ke dalam usus kecil.
2. Saat chyme mengalir keluar dari lambung ke usus kecil, produksi gastrin melambat dan usus kecil mengeluarkan sekretin dan CCK. Kedua hormon tersebut memicu pelepasan cairan pankreas yang mengandung enzim dan bikarbonat yang mencerna karbohidrat, lemak, dan protein serta mengurangi keasaman isi usus. Lemak di usus halus (dari mayonaise dan kalkun) selanjutnya merangsang sekresi CCK oleh usus kecil. CCK mendorong kontraksi kandung empedu, yang melepaskan empedu (untuk pencernaan lemak) yang disimpan di sana. relaksasi sfingter Oddi memungkinkan empedu dan cairan pankreas mengalir ke usus kecil. CCK juga memperlambat motilitas GI untuk memberikan cukup waktu bagi enzim pencernaan dari usus kecil dan pankreas untuk melakukan tugasnya.

3. Sandwich dicerna dan diserap secara progresif. Usus kecil sekarang melepaskan peptida penghambat lambung. Hormon ini, seperti namanya, memberi sinyal pada perut untuk memperlambat motilitas dan mengurangi pelepasan cairan lambung.

Banyak hormon dan senyawa mirip hormon lainnya, seperti peptida usus vasoaktif, bombesin, zat P, dan somatostatin, juga berperan penting dalam mengatur sistem pencernaan. Sel-sel yang mensintesis senyawa ini berada di seluruh saluran GI dan di otak dan pankreas.

Penyerapan di Usus Halus

Sel-sel penyerap dari usus halus berasal dari lubang berujung terbuka (disebut kriptus) yang terletak di dasar vili. Sel penyerap bermigrasi dari kriptus ke vili. Saat bermigrasi, sel penyerap menjadi matang dan kemampuan serapnya meningkat. Pada saat mereka mencapai ujung vili, sebagian mereka dihancurkan oleh enzim pencernaan dan dibuang ke dalam lumen. Seluruh pasokan sel penyerap tubuh diganti setiap 2 hingga 5 hari.

Kemampuan pencernaan dan kesehatan usus kecil memburuk dengan cepat selama kekurangan nutrisi atau dalam keadaan setengah kelaparan. Ini karena sel-sel yang terus-menerus dipecah dan diganti, seperti sel-sel yang menyerap, sangat bergantung pada pasokan nutrisi yang konstan. Nutrisi ini disediakan oleh makanan, serta dari bagian sel yang rusak yang didaur ulang.

Usus halus menyerap sekitar 95% energi makanan dalam protein, karbohidrat, lemak, dan alkohol. Unsur hara berpindah dari lumen usus halus ke dalam sel penyerap dengan cara:

- Difusi pasif: Ketika konsentrasi nutrisi lebih tinggi di lumen usus kecil daripada di sel-sel yang menyerap, perbedaan konsentrasi memindahkan nutrisi ke dalam sel-sel yang menyerap melalui difusi. Lemak, air, dan beberapa mineral diserap melalui difusi pasif.

- Difusi terfasilitasi: Konsentrasi nutrisi yang lebih tinggi di dalam lumen daripada di sel penyerap tidak cukup untuk memindahkan beberapa nutrisi ke dalam sel penyerap. Mereka membutuhkan protein pembawa untuk memindahkannya dari lumen ke sel penyerap. Misalnya, fruktosa gula diserap melalui difusi yang difasilitasi.
- Penyerapan aktif: Selain kebutuhan protein pembawa, beberapa nutrisi juga membutuhkan energi (ATP) untuk penyerapan. Penyerapan aktif (juga dikenal sebagai transpor aktif) mengizinkan sel untuk mengonsentrasikan sel pada bagian membran sel manapun. Contohnya, asam amino dan beberapa zat gula, seperti glukosa, diserap secara aktif.
- Endositosis (fagositosis dan pinositosis): Dalam jenis penyerapan aktif ini, sel-sel penyerap menelan senyawa (fagositosis) atau cairan (pinositosis). Dalam kedua proses ini, sel penyerap membentuk invaginasi di membran selnya yang menelan partikel atau cairan untuk membentuk vesikel. Vesikel akhirnya terjepit dari membran sel dan dibawa ke dalam sel. Proses ini memungkinkan zat kekebalan (partikel protein besar) dalam ASI diserap oleh bayi.

Zat Gizi dan Penyakit Gastrointestinal

Esofagus

Eosinophilic Esophagitis

Eosinophilic esophagitis (EoE) adalah kelainan esofagus yang relatif baru-baru ini dikenal. Sebagian besar subjek adalah pria Kaukasia yang mengalami disfagia lama atau dampak makanan. Banyak pasien memiliki bukti atopi, termasuk asma, rinitis alergi, eksim, tes kulit abnormal atau eosinofilia perifer. Secara histologis, cedera jaringan serta adanya eosinofil (>15-20 per bidang bertenaga tinggi) di epitel skuamosa esofagus diamati; fibrosis submukosa mungkin terlihat jelas. Alergen lingkungan, termasuk makanan, telah terlibat dalam patogenesis EoE. Kombinasi uji tusuk kulit dan uji tempel mungkin berguna dalam mengidentifikasi alergen makanan yang menyinggung hingga 70% kasus, meskipun standardisasi uji yang buruk tetap menjadi faktor pembatas. Meskipun pengobatan andalan di bidang yang berkembang ini adalah

kortikosteroid topikal, manajemen diet melalui penggunaan formula "unsur" berbasis asam amino bebas, umumnya diberikan melalui selang nasogastrik karena rasa yang buruk juga berguna. Baru-baru ini, Kagalwalla et al. (2006) mengusulkan penggunaan diet eliminasi makanan; ini telah berhasil dalam rangkaian kasus. Dalam rangkaian 35 anak mereka, penghapusan protein susu sapi, kedelai, gandum, telur, kacang tanah, dan makanan laut menyebabkan peningkatan yang signifikan pada peradangan esofagus di 74%.

Penyakit Refluks Gastroesofagus

Penyakit refluks gastroesofagus (GERD) mungkin merupakan gangguan gastrointestinal yang paling umum. Relaksasi sementara dari sfingter esofagus bagian bawah (LES) adalah salah satu mekanisme yang mendasari patofisiologi gangguan tersebut. Hal ini menyebabkan refluks asam ke kerongkongan di mana lapisan mukosa bisa rusak. Beberapa makanan telah dikaitkan dengan peningkatan gejala GERD. Ini termasuk lemak makanan, peppermint, kopi, kafein, bawang, produk jeruk, anggur, dan minuman berkarbonasi karena relaksasi LES. Namun, modifikasi diet telah bertemu dengan keberhasilan variabel untuk mengontrol kedua gejala seperti GERD serta bukti obyektif patologi, dan studi tentang pemicu makanan tertentu telah bertemu dengan hasil yang bertentangan. Makanan yang mengandung lemak tinggi dapat, selain menurunkan tekanan LES, mengakibatkan pengosongan lambung tertunda dengan hasil peningkatan sekresi asam lambung. Insiden GERD juga meningkat pada obesitas, meskipun hubungan ini belum dibuktikan dalam semua studi. Patofisiologi yang mendasari pengamatan ini tetap spekulatif. Faktor-faktor termasuk peningkatan tekanan intra-abdominal dan peningkatan sekresi asam basal dan makanan-stimulasi telah diusulkan. Peran penurunan berat badan dalam pengelolaan GERD saat ini belum ditentukan, meskipun beberapa penelitian telah menyarankan perbaikan dalam ukuran obyektif GERD.

Usus Halus

Penyakit Celiac

Pemahaman yang lebih baik tentang prevalensi penyakit, sifat respons imunologis, perjalanan jangka panjang, dan kerentanan terhadap komplikasi telah berkontribusi pada peningkatan manajemen pasien dengan celiac sprue. Penyakit seliaka atau sariawan adalah penyakit kronis pada individu yang memiliki kecenderungan genetik sebagai akibat dari respons kekebalan yang kuat terhadap protein gluten yang terkandung dalam gandum, gandum hitam, dan jelai. Respons imun bawaan menyebabkan reaksi langsung dari peningkatan permeabilitas dan pelepasan sitokin inflamasi (interleukin, IL-15). Respons yang didapat meningkatkan sensitivitas kekebalan lebih lanjut, hilangnya toleransi, dan perkembangan peradangan kronis. Respons proinflamasi Th-1 yang menjadi ciri sariawan celiac melanggengkan munculnya faktor nekrosis tumor dan interferon γ . Usus halus bagian proksimal terpengaruh secara tidak proporsional lebih besar daripada usus halus bagian distal dan kolon, karena ia melihat konsentrasi tertinggi peptida berbahaya yang terkandung dalam butiran beracun. Tingkat cedera dapat terjadi mulai dari 1% hingga 100% dari panjang usus halus. Efek bersih dari peradangan kronis adalah cacat pada kemampuan untuk menyerap mikro- dan makronutrien. Gejalanya cukup klasik, dengan penurunan berat badan, diare, steatorrhea, dan, pada anak-anak, gagal tumbuh. Sementara pasien berisiko mengalami beberapa defisiensi mikronutrien (seperti folat, B12, dan vitamin yang larut dalam lemak), defisiensi zat besi mungkin paling umum. Karena keterlibatan usus halus yang bervariasi, bagaimanapun, mungkin ada variasi yang luas dalam gejala-gejala. Tidak jarang pasien yang mungkin mengalami obesitas atau tidak memiliki bukti diare untuk datang dengan defisiensi zat besi saja.

Diagnosis dapat dibuat melalui panel serologis antibodi dan dengan biopsi usus halus. Antibodi yang paling sensitif dan spesifik adalah anti-jaringan transglutaminase dan antibodi anti-endomisial. Antibodi IgG dan IgA anti-gliadin tidak begitu sensitif atau spesifik. Karena defisiensi IgA dapat terjadi secara bersamaan pada sejumlah kecil pasien dengan celiac sprue, kadar transglutaminase dan antibodi anti-endomisial yang normal dapat terlihat. Biopsi usus halus membantu mengkonfirmasi kasus pada pasien dengan diet teratur yang menunjukkan hilangnya tinggi vilus dan bukti infiltrat inflamasi yang intens (terutama sel plasma) di lamina propria usus halus.

Dalam mengevaluasi pasien pada penilaian awal, faktor-faktor seperti riwayat diet, sistem pendukung dan situasi keluarga, siapa yang menyiapkan makanan, dan gaya hidup perjalanan dan tanggung jawab bisnis merupakan faktor-faktor yang perlu disaring ke dalam manajemen. Kuantitas asupan gluten tidak diperlukan. Pasien harus didorong untuk beralih dari biji-bijian yang mengandung gluten (seperti gandum, gandum hitam, barley, dan dedak) ke biji-bijian bebas gluten seperti jagung, oat, beras, kedelai, dan kentang. Ada beberapa kekhawatiran tentang kontaminasi silang dengan gandum yang biasanya disimpan dengan gandum di pertanian. Diet bebas gluten berfokus pada daging, susu, sayuran, buah-buahan, dan nasi.

Konseling umum untuk pasien ini mencakup anjuran agar mereka menghindari sumber gluten non-makanan seperti pasta gigi, obat kumur, dan kapsul obat. Mereka harus merencanakan sebelumnya saat bepergian atau pergi ke rumah teman untuk makan malam. Pasien celiac harus menghindari makanan yang disiapkan dan harus didorong untuk “membuat makanan dari awal.” Mereka harus dididik tentang membaca label. Saat makan di luar, kehadiran di restoran yang sama harus didorong untuk meningkatkan keakraban dengan menu dan menghindari sumber gluten yang tersembunyi. Risiko tertinggi kandungan gluten tersembunyi terjadi pada saus, makanan berbumbu, dan piring kombinasi.

Pasien harus diingatkan bahwa ketidakpatuhan meningkatkan kemungkinan penyakit tulang dan risiko limfoma. Limfoma usus dapat terjadi pada 10 - 15% kasus dimana pasien tidak patuh. Jika mereka mampu menjalani diet bebas gluten seumur hidup, risiko mereka untuk limfoma usus seharusnya tidak berbeda dari populasi umum. Akhirnya, tidak adanya gejala tidak menjamin bahwa pasien bebas dari kerusakan tersembunyi pada saluran pencernaan yang terjadi sebagai respons terhadap paparan produk gluten.

Pankreas

Pankreatitis Akut

Evolusi dalam pemahaman kita tentang faktor-faktor yang berkontribusi terhadap sindrom respons inflamasi sistemik (SIRS), yang menjadi ciri pankreatitis akut, telah menyebabkan perubahan dramatis dalam manajemen. Hipotesis peristiwa pankreatitis akut sentinel (SAPE) yang dijelaskan oleh Schneider dan Whitcomb (2002) menunjukkan bahwa cedera yang tidak berbahaya pada sel asinar pankreas (seperti kadar trigliserida tinggi, konsumsi alkohol, bagian dari batu saluran empedu, atau obat beracun) mengarah ke acara sentinel. Peristiwa sentinel tidak mengacu pada agen yang merugikan, tetapi pada peristiwa berjenjang, mengabadikan diri, dan memicu peradangan yang terjadi kemudian. Peningkatan permeabilitas vaskular, perekrutan agresif neutrofil ke dalam area asinus pankreas, dan elaborasi sitokin inflamasi, membentuk lingkaran setan inflamasi (peristiwa sentinel) yang menyebabkan kerusakan sel asinar dan pencernaan otomatis kelenjar. Peristiwa sentinel ini merupakan jalur umum akhir dari banyak agen etiologi yang berbeda, dengan perbedaan antara pankreatitis akut dan kronis ditentukan oleh apakah pasien mampu mengatasi cedera dan mematikan peradangan. Cacat genetik spesifik (seperti gen SPINK-1 cystic fibrosis, dan lainnya) dan sistem pertahanan antioksidan pasien secara keseluruhan merupakan faktor kunci apakah peristiwa sentinel berlanjut ke kontinuitas, jaringan parut, fibrosis, dan pankreatitis kronis.

Terapi nutrisi, terutama melalui pemberian nutrisi enteral dini (EN), meningkatkan kemampuan pasien untuk menangani stres oksidatif. Pemberian EN dini akan menjaga integritas usus dan mencegah peningkatan permeabilitas usus. Kegagalan untuk menyediakan nutrisi luminal membantu membentuk saluran usus-paru peradangan, di mana badai sitokin yang diproduksi di tingkat usus melepaskan agen proinflamasi ke saluran limfatik yang melewati langsung ke sistem kapiler paru-paru. Dalam pengertian ini, EN sebenarnya melindungi pasien dari sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS) dan pneumonia. EN down - mengatur respon imun sistemik dengan mengurangi aktivasi makrofag dan neutrofil dari sistem bawaan dan merangsang garis limfosit antiinflamasi CD - 4 Th - 2 yang muncul dari usus dan keluar ke tempat yang jauh di seluruh tubuh. EN juga mempromosikan peran bakteri komensal, yang bekerja pada

karbohidrat dan serat untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek, yang berdampak pada reseptor butirat di usus besar, memberikan efek anti-inflamasi lebih lanjut.

Faktanya, fokus penatalaksanaan telah bergeser dari berpusat pada istirahat pankreas menjadi menjaga integritas usus dan memodulasi respon imun. Manfaat hasil dari EN dini sangat besar jika dibandingkan dengan nutrisi parenteral (PN), dengan penurunan infeksi yang signifikan, kegagalan banyak organ, lama rawat inap, kebutuhan untuk intervensi bedah, dan kematian. Manfaat ini tidak dapat dikaitkan dengan efek PN yang merusak, karena studi awal EN vs terapi standar (di mana tidak ada terapi nutrisi khusus yang disediakan) telah menunjukkan manfaat kematian potensial ketika pasien yang dioperasi untuk komplikasi pankreatitis ditempatkan pada tabung. memberi makan sehari setelah operasi.

PN jelas berperan dalam pankreatitis akut pada pasien yang tidak dapat menjalani EN. Hasil dari dua studi awal menunjukkan bahwa inisiasi PN segera mungkin memiliki efek samping. Oleh karena itu, pada kandidat yang sesuai, PN harus dimulai 4 - 5 hari setelah masuk jika EN tidak memungkinkan. Setelah minggu pertama rawat inap, masalah toleransi yang menyebabkan pemberian makanan enteral hipokalorik tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan energi mungkin memerlukan penambahan PN tambahan.

Kandidat untuk EN awal pada pankreatitis akut adalah pasien yang memiliki derajat penyakit parah seperti yang ditunjukkan oleh skor APACHE II ≥ 8 , adanya tiga atau lebih kriteria Ranson, dan/atau bukti nekrosis pankreas pada pemindaian tomografi terkomputerisasi (CT). Akses jejunal dalam paling sering digunakan untuk EN yang berhasil pada pasien ini. Dua penelitian sekarang menunjukkan bahwa pemberian makan lambung ditoleransi sama seperti pemberian makan jejunal, terutama jika dapat dimulai dalam 48 jam pertama sejak onset penyakit. Penting untuk memastikan resusitasi volume penuh sebelum memulai EN. Tekanan arteri rata-rata ≥ 65 mm Hg, tekanan vena sentral 8-12 mm Hg, keluaran urin $> 0,5$ mL / kg / jam, dan campuran vena $O_2 \geq 65\%$ akan menunjukkan bahwa pasien diresusitasi penuh dan dengan

demikian adalah kandidat untuk inisiasi EN. Adanya asites pankreas, pseudokista, nekrosis, atau pengumpulan cairan di dalam pankreas bukan merupakan kontraindikasi untuk EN. Satu-satunya kontraindikasi yang benar akan mencakup intoleransi yang didokumentasikan (stimulasi yang jelas dari respons SIRS terhadap EN), ketakutan akan iskemia, atau obstruksi mekanis saluran gastrointestinal (GI). Inisiasi awal pemberian makan dalam 48 jam pertama membantu meminimalkan masalah dengan ileus dan pengosongan lambung yang tertunda. Toleransi harus dipantau secara ketat untuk bukti stimulasi pankreas, yang keberadaannya akan memerlukan pergeseran tingkat infus yang lebih rendah di saluran GI dan kemungkinan beralih ke formula yang memiliki protein dalam bentuk peptida kecil, dan lemak dalam bentuk trigliserida rantai menengah (MCT). Kadar amilase dan lipase serum memberikan sedikit informasi prognostik, tetapi dapat memberikan umpan balik yang berharga mengenai bukti rangsangan dari pankreas yang meradang. Variasi dalam kadar serum dari hari ke hari harus diharapkan dengan enzim pankreas, tetapi peningkatan yang stabil pada kedua enzim sebagai respons terhadap EN dapat menunjukkan potensi intoleransi.

Tiga skenario yang merugikan dapat terjadi akibat EN dini pada pankreatitis akut dan termasuk stimulasi asimtomatik dari keluaran enzim, eksaserbasi gejala yang tidak rumit (nyeri perut, mual), dan peningkatan respons SIRS yang lebih mengkhawatirkan. Menempatkan tingkat infus formula lebih rendah di saluran GI (sebaiknya di bawah ligamen Treitz), atau beralih ke formula minyak trigliserida rantai kecil / menengah (MCT) atau formula bebas lemak, biasanya mengatasi intoleransi dan memungkinkan kelanjutan umpan.

Untuk pasien yang diidentifikasi sebagai kandidat yang tepat untuk PN, lemak intravena dapat ditoleransi dengan baik, tetapi kadar trigliserida darah harus diikuti dengan cermat. Kadar trigliserida harus dijaga di bawah 400 mg / dL. Kontrol glukosa sedang penting: gula darah harus dijaga antara 80 dan 150 mg / dL. Pasien-pasien ini berisiko mengalami refeeding syndrome, jadi PN harus ditingkatkan perlahan selama beberapa hari, dengan pemantauan ketat kalium serum, fosfor, dan magnesium.

Pankreatitis Kronis

Masalah yang terkait dengan terapi nutrisi bergeser secara dramatis dengan kronisitas pankreatitis fibrosis kalsifikasi. Faktor-faktor berkembang dari waktu ke waktu yang mendorong malnutrisi energi-protein. Ini termasuk gangguan pencernaan, keengganan makan, hipermetabolisme, asupan oral yang buruk akibat sakit perut atau mual / muntah, penyalahgunaan alkohol lanjutan, kelainan pengosongan lambung, dan perkembangan klinis diabetes mellitus. Faktor-faktor yang sama meningkatkan risiko defisiensi mikronutrien. Tidak adanya enzim proteolitik pankreas untuk menghilangkan faktor-R pengikat B12 menyebabkan defisiensi vitamin B 12. Inflamasi kronis menghabiskan tingkat antioksidan pasien, meningkatkan defisiensi selenium, β -karoten, likopen, dan vitamin A dan E. Malabsorpsi vitamin yang larut dalam lemak menyebabkan defisiensi vitamin D dan perkembangan osteomalasia dan osteoporosis . Kekurangan vitamin K lebih jarang terjadi.

Penatalaksanaan gizi pada pasien ini memerlukan pantang alkohol dan kontrol nyeri perut. Pengendalian sakit perut saja merangsang nafsu makan dan meningkatkan asupan oral. Diet tinggi karbohidrat, rendah lemak, tinggi protein paling cocok untuk pasien dengan pankreatitis kronis. Lemak nabati dapat ditoleransi lebih baik daripada lemak hewani. Enzim pankreas harus dikonsumsi saat makan sehingga enzim dan makanan hadir bersama dalam lumen saluran GI pada saat yang bersamaan. Sedangkan enzim pankreas yang dilapisi non-enterik lebih baik untuk mengendalikan nyeri perut pada pankreatitis kronis (karena mekanisme umpan balik di duodenum), enzim berlapis enterik yang dilindungi saat melewati perut mungkin lebih cocok untuk mengontrol steatorrhea dan pankreatitis kronis. Enzim berlapis enterik tidak boleh digunakan pada pasien yang membutuhkan penekanan asam dari inhibitor pompa proton (karena gangguan pada pelarutan kapsul yang membungkus enzim). Suplemen enzim harus menyediakan 10% dari volume keluaran enzim yang biasanya diproduksi oleh pankreas, sehingga dibutuhkan sekitar 30.000 IU lipase setiap kali makan. Enzim dengan kandungan tripsin tertinggi diperlukan untuk mengontrol rasa sakit (> 50.000 IU). Pasien yang paling mungkin merespons terapi enzim dan mencapai pereda nyeri adalah wanita dengan penyakit saluran kecil, penyakit kurang lanjut yang etiologi non-

alkoholik. Pembatasan lemak dalam makanan mungkin diperlukan pada pasien yang gagal dikendalikan oleh enzim steatorrhea. Makanan dapat ditambah dengan formula minyak peptida / MCT oral. Untuk pasien dengan nyeri berulang, penurunan berat badan, steatorrhea lanjutan, dan sering masuk rumah sakit, tabung jejunostomi endoskopi perkutan langsung dapat digunakan untuk meningkatkan status gizi, mengontrol nyeri, dan mengurangi jumlah masuk rumah sakit per tahun. Penting untuk menyingkirkan pertumbuhan bakteri usus halus yang berlebihan, yang dapat menyebabkan diare dan terjadi pada sepertiga pasien dengan pankreatitis kronis. Koktail antioksidan harian sangat berharga dalam meminimalkan jumlah serangan yang menyakitkan dan mengurangi jumlah masuk rumah sakit per tahun. Koktail semacam itu harus mencakup vitamin E (270 IU / hari), vitamin C (0,54 g / hari), selenium (600 mg / hari), β - karoten (9000 IU / hari), dan metionin (2 g / hari).

BAB IV KARBOHIDRAT

Karbohidrat adalah sumber energi utama bagi kebanyakan orang di dunia. Ini membuat karbohidrat Kualitas menjadi masalah kritis, karena mereka yang mengonsumsi terlalu sedikit kalori membutuhkan nutrisi yang padat sumber karbohidrat sehingga setiap kalori diperhitungkan; dan mereka yang mengonsumsi terlalu banyak kalori juga membutuhkan karbohidrat berkualitas tinggi karena mereka tidak mampu membuang kalori untuk makanan yang kurang bergizi sumber. Bab ini mengulas klasifikasi utama karbohidrat (mono -, di - oligo-, dan polisakarida; glikemik dan non-glikemik; dan gula endogen atau tambahan). Saya melacak pencernaan, penyerapan, dan metabolisme mereka. Ini menerjemahkan biokimia karbohidrat menjadi efek fisiologis dan menjelaskan rekomendasi terbaru untuk karbohidrat asupan dan ilmu di balik rekomendasi tersebut. Terakhir, asupan karbohidrat terkait dengan penyakit utama termasuk obesitas, diabetes, penyakit kardiovaskular, dan kanker.

Karbohidrat, yang ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, biji-bijian, dan produk susu, adalah sumber energi utama untuk sebagian besar populasi dunia. Namun, peran karbohidrat dalam kesehatan manusia melampaui mereka pentingnya sebagai sumber energi. Karbohidrat sangat bervariasi dalam struktur dan fungsi fisiologis, dan banyak fokus penelitian karbohidrat baru-baru ini perbedaan tersebut dan dampaknya terhadap penyakit kronis tersebut sebagai diabetes dan penyakit jantung. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian ini telah mengarah pada perkembangan yang signifikan nutrisi publik - rekomendasi kebijakan tentang karbohidrat asupan untuk kesehatan yang optimal.

Karbohidrat adalah nutrisi yang ideal untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh Anda, untuk memberi makan Anda otak dan sistem saraf, untuk menjaga sistem pencernaan Anda tetap fit, dan dalam kalori batas, untuk membantu tubuh Anda tetap ramping. Karbohidrat yang dapat dicerna, bersama dengan lemak dan protein, menambah curah pada makanan dan memberikan energi serta manfaat lainnya bagi tubuh. Tidak bisa dicerna karbohidrat, yang mencakup sebagian besar serat dalam makanan, menghasilkan sedikit atau tidak ada energi tetapi memberikan manfaat

penting lainnya. Semua karbohidrat tidak sama dalam hal nutrisi. Bab ini mengundang Anda untuk pelajari perbedaan antara makanan yang mengandung karbohidrat kompleks (pati dan serat) dan yang terbuat dari karbohidrat sederhana (gula) dan mempertimbangkan efek keduanya pada tubuh. Kontroversi 4 melanjutkan untuk mengeksplorasi teori-teori terkini tentang bagaimana konsumsi karbohidrat tertentu dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Karbohidrat mengandung energi pancaran matahari, ditangkap dalam bentuk yang hidup hal-hal yang dapat digunakan untuk mendorong proses kehidupan. Tumbuhan hijau menghasilkan karbohidrat fotosintesis dengan adanya klorofil dan sinar matahari. Dalam proses ini, air (H_2O) diserap oleh akar tanaman menyumbangkan hidrogen dan oksigen. Gas karbon dioksida (CO_2) diserap ke dalam daunnya menyumbangkan karbon dan oksigen. Air dan karbon dioksida bergabung untuk menghasilkan gula yang paling umum, glukosa gula tunggal. Ilmuwan mengetahui reaksi dalam detail terkecil tetapi belum sepenuhnya mereproduksinya — hijau tanaman dibutuhkan untuk mewujudkannya.

Senyawa karbohidrat terdiri dari gula tunggal atau ganda. Arti Namanya “Karbon dan air,” dan singkatan kimiawi karena karbohidrat adalah $C H O$, menandakan karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat kompleks gula rantai Panjang unit yang disusun membentuk pati atau serat; disebut juga polisakarida. Gula karbohidrat sederhana, termasuk kedua unit gula tunggal dan pasangan gula yang terhubung unit. Satuan gula dasar adalah molekul yang mengandung enam atom karbon, bersama dengan oksigen dan atom hidrogen.

Fotosintesis proses dimana hijau tumbuhan membuat karbohidrat dari karbon dioksida dan air menggunakan pigmen klorofil hijau untuk menangkap energi matahari (sarana foto "cahaya"; sintesis berarti "membuat"). klorofil pigmen hijau tumbuhan yang menangkap energi dari sinar matahari untuk digunakan di fotosintesis. Gula karbohidrat sederhana; yaitu molekul dari salah satu unit gula tunggal atau pasangannya unit gula terikat bersama. Dengan penggunaan umum, gula paling sering mengacu pada sukrosa. Glukosa (GLOO-cose) gula tunggal yang digunakan dalam jaringan tumbuhan dan hewan untuk energi; terkadang dikenal sebagai gula darah atau dekstrosa. Monosakarida (mon-oh-SACK-ahrides) unit gula tunggal (mono berarti "satu"; sakarida

berarti "unit gula"). Pasangan disakarida dari gula tunggal dihubungkan bersama (di berarti "dua"). Fruktosa (FRUOK-tose) sebuah monosakarida; kadang-kadang dikenal sebagai gula buah (fruct artinya "buah"; ose artinya "gula"). Galaktosa (ga-LACK-tose) sebuah monosakarida; bagian dari disakarida laktosa (susu Gula). Sirup jagung fruktosa tinggi (HFCS) secara luas menggunakan pemanis kalori komersial yang dibuat oleh menambahkan enzim ke tepung maizena untuk mengubah sebagian molekul glukosa menjadi rasa manis fruktosa. Ditambahkan gula gula dan sirup ditambahkan ke makanan untuk tujuan apapun, seperti menambah rasa manis atau massal atau untuk membantu proses pencoklatan (makanan yang dipanggang). Juga disebut pemanis karbohidrat, termasuk jus buah pekat, glukosa, fruktosa, fruktosa tinggi sirup jagung, sukrosa, dan manisan lainnya karbohidrat. Laktosa, disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa; terkadang dikenal sebagai gula susu (lact berarti "susu"; ose berarti "gula"). Maltosa disakarida yang terdiri dari dua glukosa unit; terkadang dikenal sebagai gula malt. Sukrosa (SOO-crose) disakarida terdiri dari glukosa dan fruktosa; terkadang dikenal sebagai gula meja, bit, atau tebu dan, sering kali, hanya sebagai gula. Polisakarida istilah lain untuk kompleks karbohidrat; senyawa terdiri dari untaian panjang unit glukosa dihubungkan Bersama (poli berarti "banyak"). Juga disebut kompleks karbohidrat. Pati terdiri dari polisakarida tanaman glukosa. Setelah dimasak, pati sangat mudah dicerna oleh manusia; pati mentah sering kali melawan pencernaan. Butiran butiran kecil. Butiran pati adalah paket molekul pati. Aneka tanaman spesies membuat butiran pati dengan berbagai bentuk. Glikogen (GLY-co-gen) a bercabang tinggi polisakarida yang dibuat dan disimpan oleh hati dan jaringan otot manusia dan hewan sebagai bentuk penyimpanan glukosa. Glikogen bukan makanan sumber karbohidrat yang signifikan dan tidak dihitung sebagai salah satu karbohidrat kompleks dalam makanan.

Gula Enam molekul gula penting dalam nutrisi. Tiga di antaranya adalah gula tunggal, atau monosakarida. Tiga lainnya adalah gula ganda, atau disakarida. Semua nama kimianya diakhiri dengan ose, yang berarti "gula". Monosakarida Ketiga monosakarida adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Fruktosa atau gula buah, gula buah yang sangat manis, dibuat dengan penataan ulang atom dalam molekul glukosa. Fruktosa terjadi secara alami dalam buah-buahan, madu, dan sebagai bagian dari gula

meja. Namun, kebanyakan fruktosa dikonsumsi dalam minuman manis, makanan penutup, dan makanan lain yang dimaniskan dengan sirup jagung fruktosa tinggi (HFCS) atau gula tambahan lainnya.² Glukosa dan fruktosa adalah monosakarida yang paling umum di alam.

Monosakarida lainnya, galaktosa, memiliki jumlah dan jenis atom yang sama dengan glukosa dan fruktosa tetapi dalam susunan lain. Galaktosa adalah salah satu dari dua gula tunggal yang terikat bersama untuk membentuk gula susu. Galaktosa jarang terjadi secara bebas di alam tetapi diikat dalam gula susu sampai dibebaskan selama proses pencernaan.

Disakarida Tiga gula lain yang penting dalam nutrisi adalah disakarida, yang merupakan pasangan gula tunggal yang terhubung. Disakarida adalah laktosa, maltosa, dan sukrosa. Ketiganya mengandung glukosa. Dalam laktosa, gula susu baru saja disebutkan, glukosa terkait dengan galaktosa. Gula malt, atau maltosa, memiliki dua unit glukosa. Maltosa muncul dimanapun pati dipecah. Itu terjadi pada benih yang berkecambah dan muncul selama pencernaan pati dalam tubuh manusia.

Yang terakhir dari enam gula, sukrosa, adalah gula meja yang dikenal, produk kebanyakan orang pikirkan kapan mereka mengacu pada gula. Dalam sukrosa, fruktosa dan glukosa terikat bersama. Gula meja diperoleh dengan memurnikan jus dari bit gula atau gula tebu, tetapi sukrosa juga terjadi secara alami di banyak sayuran dan buah-buahan. rasanya manis karena mengandung monosakarida termanis, fruktosa.

Pati Selain terjadi pada gula, glukosa dalam makanan juga terjadi pada untaian Panjang ribuan unit glukosa. Ini adalah polisakarida. Pati adalah polisakarida, seperti juga glikogen dan sebagian besar serat. Pati adalah bentuk penyimpanan glukosa tanaman. Saat tanaman matang, ia tidak hanya menyediakan energi untuk kebutuhannya sendiri tetapi juga menyimpan energi dalam benihnya untuk generasi berikutnya. Untuk Misalnya, setelah tanaman jagung mencapai pertumbuhan penuh dan menghasilkan banyak daun glukosa, itu menghubungkan glukosa bersama untuk membentuk pati, menyimpan kelompok pati yang dikemas molekul dalam butiran, dan mengemas butiran menjadi bijinya. Pati raksasa ini cluster dikemas berdampingan di dalam biji jagung. Bagi tanaman, pati bermanfaat karena itu adalah zat yang tidak dapat

larut yang akan tinggal bersama benih di dalam tanah dan rawat hingga tumbuh tunas dengan daun yang dapat menangkap sinar matahari.

Glikogen Sama seperti jaringan tanaman menyimpan glukosa dalam rantai panjang pati, tubuh hewan menyimpan glukosa dalam rantai panjang glikogen. Glikogen menyerupai pati yang terdiri dari glukosa molekul yang saling terkait membentuk rantai, tetapi rantainya lebih panjang dan lebih tinggi bercabang. Tidak seperti pati, yang melimpah pada biji-bijian, kentang, dan makanan lain dari tumbuhan, glikogen hampir tidak terdeteksi pada daging karena glikogen cepat rusak saat hewan disembelih. Bagian selanjutnya menjelaskan caranya tubuh manusia menangani paket glukosa yang disimpannya sendiri.

Pencernaan dan Penyerapan Karbohidrat

Penyerapan

Pencernaan karbohidrat enzimatik dimulai segera saat makanan dimasukkan ke dalam mulut. Saliva α - amilase menghidrolisis ikatan glikosidik antara gugus glukosa dalam pati untuk menghasilkan glukosa, maltosa, dan fragmen pati lainnya. Begitu makanan masuk ke perut, amilase saliva tidak aktif dan pencernaan karbohidrat berhenti. Di usus kecil, pankreas α - amilase melengkapi pencernaan pati menjadi glukosa, maltosa, maltotriosa (trisakarida), dan dekstrin, unit oligosakarida yang mengandung satu atau lebih hubungan α - (1,6). Semua karbohidrat harus dipecah menjadi unit monosakarida individu sebelum penyerapan memungkinkan. Oleh karena itu, terikat pada batas sikat usus halus adalah enzim yang menghidrolisis dekstrin, trisakarida, dan disakarida menjadi monosakarida masing-masing untuk diserap. Enzim ini termasuk glukoamilase, maltase, laktase, dan sukrase, yang masing-masing menghidrolisis dekstrin, maltosa, laktosa, dan sukrosa. Defisiensi disakarida di usus dapat terjadi pada kelainan genetik yang jarang terjadi seperti defisiensi sukrase-maltase dan alaktasia (tidak adanya laktase). Kekurangan ini biasanya menyebabkan diare, sakit perut, dan / atau gas setelah konsumsi sukrosa atau laktosa, dan kondisi umumnya dapat dikontrol dengan menghilangkan disakarida yang tidak dapat dicerna dari makanan atau dengan pencernaan gula dengan enzim yang tersedia secara komersial (mis. laktase). Selain

itu, ekspresi enzim laktase menurun pada kebanyakan manusia setelah penyapihan, memungkinkan laktosa yang tidak tercerna mencapai usus besar tempat ia difermentasi. Fermentasi ini dapat menyebabkan pembentukan gas, menyebabkan ketidaknyamanan perut dan kemungkinan diare. Namun, tidak semua aktivitas laktase hilang, seperti dalam kasus alaktasia, dan sejumlah kecil produk susu dapat ditoleransi tanpa efek samping yang merugikan menurut Konferensi Pengembangan Konsensus National Institutes of Health (NIH) 2010 tentang intoleransi laktosa dan kesehatan.

Karbohidrat apa pun yang tidak dicerna (misalnya pati dan serat yang resisten) masuk ke usus besar, di mana karbohidrat tersebut dapat difermentasi oleh mikroflora kolon menjadi asam lemak rantai pendek dan gas seperti hidrogen, karbon dioksida, dan metana.

Absorpsi

Absorpsi monosakarida terjadi di usus halus oleh salah satu dari dua mekanisme: transpor aktif dan difusi terfasilitasi. Pada permukaan batas sikat, glukosa dan galaktosa secara aktif diangkut dari lumen ke dalam enterosit oleh pengangkut bersama natrium / glukosa, SGLT1. Dalam proses ini, glukosa dan galaktosa bergerak melawan gradien konsentrasi, sedangkan natrium bergerak menuruni gradien konsentrasi. Gradien natrium dipertahankan dengan memompa natrium keluar dari enterosit di membran basolateral, suatu proses yang membutuhkan energi dalam bentuk ATP. Penyerapan fruktosa di tepi sikat terjadi secara pasif dan difasilitasi oleh salah satu keluarga GLUT pengangkut glukosa, GLUT5. Uniporter GLUT5 memiliki afinitas tinggi terhadap fruktosa dan tampaknya memindahkan glukosa dengan sangat buruk. Begitu berada di dalam enterosit, pergerakan monosakarida melintasi membran basolateral dan masuk ke aliran darah merupakan proses pasif dan difasilitasi oleh uniporters GLUT2 dan GLUT5. GLUT2 memfasilitasi pergerakan ketiga monosakarida ke dalam aliran darah, sementara GLUT5 tampaknya kembali spesifik menjadi fruktosa.

Mutasi pada transporter monosakarida ini, meski jarang, dapat menyebabkan gangguan klinis seperti malabsorpsi glukosa-galaktosa dan sindrom Fanconi-Bickel. Glukosa -

malabsorpsi galaktosa, kelainan bawaan, terjadi ketika transporter SGLT1 yang rusak mencegah penyerapan glukosa dan galaktosa, mengakibatkan diare parah ketika gula dan pati yang mengandung monosakarida ini dikonsumsi. Pengobatan kondisi ini membutuhkan penghapusan glukosa dan galaktosa dari makanan, tetapi konsumsi fruktosa dapat terus berlanjut karena tidak ada gangguan penyerapan fruktosa pada gangguan ini. Fanconi - Sindrom Bickel terjadi akibat cacat bawaan pada transporter GLUT2. Selain di usus, GLUT2 juga diekspresikan di hati, ginjal, dan pankreas. Oleh karena itu, hilangnya fungsi transporter ini tidak hanya mengakibatkan malabsorpsi monosakarida, tetapi juga pada efek sistemik yang meluas seperti nefropati tubular, hepatomegali, dan rakhitis.

Indeks Glikemik dan Respon

Seperti disebutkan sebelumnya, karbohidrat glikemik adalah karbohidrat yang merangsang peningkatan kadar glukosa darah setelah pencernaan dan penyerapannya. Perubahan glukosa darah ini dari waktu ke waktu disebut "respons glikemik. Sejumlah faktor dapat mempengaruhi respon glikemik terhadap makanan, termasuk sifat karbohidrat yang dikonsumsi, kecepatan pencernaan dan penyerapan, tingkat pembersihan dari aliran darah, dan adanya komponen makanan lainnya (misalnya serat, lemak), dan protein). Dalam upaya untuk lebih memahami bagaimana makanan yang berbeda mempengaruhi respon glikemik, mengusulkan penggunaan indeks glikemik (GI) sebagai indikator relatif respon glukosa darah terhadap karbohidrat yang terkandung dalam makanan tertentu. GI ditentukan dengan membandingkan respons glukosa darah (area di bawah kurva) dari makanan uji yang mengandung sejumlah tertentu karbohidrat yang tersedia dengan makanan standar yang mengandung jumlah karbohidrat yang sama. Respon terhadap makanan uji kemudian dinyatakan sebagai persentase dari respon standar untuk memberikan GI. Awalnya, glukosa atau roti putih adalah standar referensi tradisional, tetapi seiring waktu standar lain telah digunakan, seperti nasi dan kentang. Banyak dari makanan ini dapat memiliki respons glikemik yang berbeda karena faktor yang berbeda, termasuk variasi biji-bijian yang digunakan dan kondisi memasak. Akibatnya, nilai GI menjadi lebih sulit untuk

diinterpretasikan dan dibandingkan karena makanan yang sama mungkin memiliki GI yang berbeda berdasarkan standar referensi yang digunakan.

Makanan terkadang dikategorikan ke dalam makanan GI "tinggi" dan "rendah" berdasarkan respons glikemiknya. Biasanya, makanan tinggi GI akan mencakup makanan dengan pati yang mudah dicerna (misalnya biji-bijian dan kentang yang dihaluskan), glukosa bebas, atau disakarida dalam jumlah besar yang dihidrolisis dengan cepat menjadi glukosa. Alternatifnya, makanan rendah GI (misalnya biji-bijian yang tidak diolah, buah-buahan tidak bertepung, dan sayuran) akan mengandung pati yang lebih lambat dicerna atau resisten atau kandungan serat yang lebih tinggi, atau kaya akan fruktosa bebas. Makanan rendah GI mungkin juga tinggi lemak, yang memperlambat pencernaan dan penyerapan karbohidrat. Batasan pengklasifikasian makanan menurut GI adalah subjek manusia dapat memiliki respons glikemik yang sangat bervariasi terhadap makanan yang sama. Bahkan orang yang sama dapat bervariasi dalam respon glikemiknya dari hari ke hari. Variasi ini seringkali cukup besar sehingga makanan dapat beralih dari makanan GI "rendah" ke makanan GI "tinggi" jika diuji pada orang yang berbeda atau pada subjek yang sama pada hari yang berbeda.

Mengingat beberapa keterbatasan dalam pengukuran IG, kegunaan dan akurasi sebagai penanda kualitas karbohidrat masih diperdebatkan. Namun demikian, GI telah ditentukan untuk sejumlah makanan dan telah menjadi lebih sering digunakan dengan keberhasilan yang terbatas dalam studi yang menghubungkan asupan karbohidrat dengan penyakit kronis, seperti yang akan dibahas nanti dalam bab ini.

Metabolisme Karbohidrat

Nilai Energi Karbohidrat

Secara tradisional, karbohidrat telah diberi nilai energi 4 kkal / g (17 kJ / g). Nilai ini diperoleh dari perhitungan Atwater tentang panas pembakaran karbohidrat dari berbagai komoditas pangan. Namun, nilai kalori sebenarnya dari karbohidrat dapat bervariasi dari nol dalam kasus beberapa serat (misalnya gusi dan selulosa) hingga 4,2 kkal / g untuk sebagian besar pati yang dapat dicerna. Kebanyakan gula memiliki nilai

kalori yang lebih rendah daripada pati, berkisar antara 3,75 hingga 3,95 kkal / g. Kesulitan terbesar adalah dalam menentukan nilai kalori untuk polisakarida dan oligosakarida yang tidak dapat dicerna, yang terutama difermentasi di usus besar. Asam lemak rantai pendek yang dihasilkan melalui fermentasi (misalnya asetat, propionat, dan butirat) dengan cepat dimetabolisme dan oleh karena itu menyediakan sumber energi. Namun, jumlah energi bervariasi dengan tingkat fermentasi. Smith dkk. (1998) menentukan nilai energi yang dapat dimetabolisme untuk beberapa polisakarida non-pati dengan nilai mulai dari 0 hingga 2,3 kkal / g. Konsultasi FAO / WHO tentang karbohidrat merekomendasikan bahwa nilai energi untuk karbohidrat yang masuk ke usus besar ditetapkan pada 2 kkal / g. Poliols juga tidak terserap sempurna sehingga memberikan kalori lebih sedikit daripada kebanyakan karbohidrat lain yang dapat dicerna. Nilai kalori poliols berkisar dari 0,2 hingga 3 kkal / g; namun, untuk tujuan pelabelan, Uni Eropa telah menetapkan nilai standar 2,3 kkal / g untuk alkohol gula, sedangkan Amerika Serikat menetapkan nilai berdasarkan kasus individual. The American Diabetes Association (2000) menyarankan para profesional kesehatan untuk menggunakan nilai 2 kkal / g untuk alkohol gula.

Nasib Monosakarida Terserap

Monosakarida terserap diangkut melalui aliran darah ke jaringan, di mana mereka digunakan sebagai sumber energi. Serapan seluler dicapai oleh transporter GLUT. Ketiga monosakarida dapat diambil di hati oleh transporter GLUT2 yang tidak tergantung insulin. Di hati, galaktosa difosforilasi dan diubah menjadi glukosa-1-fosfat, prekursor sintesis glikogen. Fruktosa difosforilasi menjadi perantara di jalur glikolitik (fruktosa - 1 - fosfat). Saat ia berlanjut melalui jalur glikolitik, ia akan dibelah untuk membentuk dihidroksiaseton fosfat dan gliseraldehida. Bahan antara ini kemudian dapat berlanjut melalui glikolisis atau, dalam kondisi tertentu, berfungsi sebagai prekursor untuk sintesis glikogen dan trigliserida. Glukosa juga diambil oleh sebagian besar sel dalam tubuh untuk digunakan sebagai energi. Sejumlah jaringan - isoform spesifik GLUT transporter bertanggung jawab untuk pengambilan glukosa, termasuk: GLUT2 di hati, pankreas, ginjal, dan usus kecil; GLUT3, terutama di otak; GLUT4, dalam jaringan yang sensitif terhadap insulin seperti adiposa dan otot rangka; dan

GLUT1, yang diekspresikan di mana-mana tetapi mendominasi eritrosit dan otak. Banyak transporter glukosa lainnya telah diidentifikasi dan dibahas lebih lanjut oleh Scheepers et al. (2004).

Glikolisis

Langkah awal dalam metabolisme glukosa, yang terjadi di sitoplasma semua sel, disebut glikolisis, dan menghasilkan ATP dan dua molekul tiga karbon piruvat. Jika sel berada dalam kondisi anaerobik (atau kekurangan mitokondria dalam kasus eritrosit), piruvat akan direduksi menjadi laktat dan diekspor ke hati untuk glukoneogenesis (siklus Cori). Dalam kondisi aerobik, piruvat dapat memasuki mitokondria dan didekarboksilasi menjadi asetil koenzim A, yang kemudian memasuki siklus asam sitrat. Siklus ini melengkapi katabolisme glukosa menjadi karbon dioksida dan air, disertai dengan oksidasi koenzim (NAD⁺ dan FAD), yang kemudian dapat melepaskan elektronnya dalam sistem transpor elektron untuk menghasilkan ATP dalam jumlah besar.

Glukoneogenesis

Karena glukosa adalah sumber energi utama bagi tubuh, sangat penting untuk menjaga kadar glukosa darah (70 - 100 mg / dL atau 3,9 - 5,5 mmol / L) untuk memasok jaringan dengan bahan bakar yang dibutuhkan. Glukosa dapat dihasilkan dari sejumlah prekursor, termasuk piruvat, laktat, gliserol, dan sebagian besar asam amino. Sintesis glukosa pada dasarnya adalah pembalikan glikolisis, dengan banyak enzim yang sama digunakan; Namun, glukoneogenesis hanya terjadi di hati dan ginjal. Glukosa yang dihasilkan kemudian dilepaskan ke aliran darah untuk digunakan oleh semua jaringan.

Regulasi Glikolisis dan Glukoneogenesis

Sejumlah kontrol terdapat dalam jalur glikolitik dan glukoneogenik untuk memastikan bahwa energi yang cukup dipasok ke sel dan bahwa kadar glukosa darah dipertahankan. Kontrol ini termasuk modifikasi alosterik dan / atau kovalen dari enzim kunci, perubahan ekspresi enzim, dan regulasi hormonal. Tiga enzim pengatur utama

dalam jalur glikolitik adalah glukokinase / heksokinase, fosfofruktokinase-1, dan piruvat kinase. Karena langkah-langkah dalam glikolisis ini tidak dapat diubah, jalur glukoneogenik menggunakan empat enzim yang sesuai (glukosa 6 - fosfatase, fruktosa 1,6 - bifosfatase, fosfoenolpiruvat karboksiginase, dan piruvat karboksilase), yang juga tidak dapat diubah dalam jalur pembentukan glukosa. Enzim "berpasangan" ini diatur sedemikian rupa sehingga stimulasi yang satu berkoordinasi dengan penghambatan yang lain. Misalnya, peningkatan kadar glukosa darah secara positif akan mempengaruhi enzim glikolitik glukokinase / heksokinase, sekaligus menghambat aktivitas glukosa 6 - fosfatase, enzim glukoneogenik yang sesuai.

Enzim ini juga tunduk pada regulasi hormonal oleh insulin, glukagon, epinefrin, dan glukokortikoid. Insulin, suatu hormon anabolik, disekresikan oleh sel β pankreas sebagai respon terhadap peningkatan glukosa darah, seperti yang terjadi setelah makan yang mengandung karbohidrat. Insulin bertindak untuk menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan dan dengan menurunkan glukoneogenesis oleh hati. Untuk meningkatkan pengambilan jaringan, insulin memicu translokasi reseptor GLUT4 ke permukaan sel di otot rangka dan jaringan adiposa. Insulin juga menstimulasi setiap enzim pengatur di jalur glikolitik, sementara juga menghambat enzim kunci glukoneogenesis. Peningkatan penyimpanan glukosa dalam bentuk glikogen juga dirangsang oleh insulin. Glukagon, epinefrin, dan glukokortikoid adalah hormon yang melawan regulasi insulin, dan dilepaskan ketika kadar glukosa darah rendah, seperti selama puasa atau kelaparan. Glukagon, diproduksi oleh α - sel pankreas, dan epinefrin dan glukokortikoid, diproduksi oleh kelenjar adrenal, meningkatkan glukoneogenesis dan glikogenolisis (pelepasan glukosa dari penyimpanan glikogen) dan menghambat glikolisis. Epinefrin juga meningkatkan lipolisis selama puasa.

Penyimpanan Glukosa

Hati dan otot rangka mampu menyimpan kelebihan glukosa dalam bentuk glikogen, polimer glukosa rantai cabang. Hati mampu menyimpan 10% dari beratnya sebagai glikogen, sedangkan otot rangka menyimpan sekitar 1%. Ketika kadar glukosa darah

turun, pemecahan glikogen hati dipicu dan glukosa yang dilepaskan digunakan untuk menjaga kadar glukosa darah. Selama puasa lanjutan, simpanan glikogen dalam hati akan habis dalam waktu 24 jam. Glikogen otot rangka dapat dipecah dan digunakan sebagai bahan bakar oleh otot rangka, yang terjadi terutama selama latihan. Glikogen otot rangka tidak seefektif glikogen hati dalam menormalkan kadar glukosa darah selama puasa; Namun, laktat yang dihasilkan di otot dapat diedarkan ke hati untuk glukoneogenesis. Sintesis dan degradasi glikogen diatur oleh hormon, seperti yang dijelaskan di bagian sebelumnya.

Kontribusi Asam Amino dan Sintesis Trigliserida

Beberapa metabolit glukosa, seperti piruvat dan zat antara dalam siklus asam sitrat, dapat digunakan dalam sintesis asam amino tertentu. Selain itu, asam lemak dapat dibentuk dari asam oksaloasetat dan asetil - koenzim A (produk pemecahan dari siklus asam sitrat tricarboxylic intermediate). Intermediet di jalur glikolisis dapat dimodifikasi untuk berfungsi sebagai tulang punggung gliserol untuk trigliserida.

Kesalahan bawaan dalam Metabolisme

Sejumlah penyakit yang terkait dengan defisiensi atau cacat genetik pada enzim kunci tertentu yang bertanggung jawab untuk metabolisme karbohidrat telah ditandai. Beberapa kesalahan dalam metabolisme, seperti yang terlibat dalam metabolisme fruktosa atau galaktosa, ditemukan lebih awal dan ditangani dengan menghilangkan monosakarida tersebut dari makanan. Namun, cacat genetik pada enzim yang terlibat dalam glukoneogenesis atau glikogenolisis jauh lebih mengancam nyawa karena individu dengan penyakit ini sering mengalami hipoglikemia, hepatomegali, dan asidosis. Perawatan biasanya melibatkan pemberian karbohidrat dalam jumlah kecil dan sering untuk mencegah hipoglikemia dan asidosis.

BAB V LEMAK

Lemak (technically, lipid) membuat makanan terasa lembut dan lezat di mulut. Lemak juga menambahkan banyak rasa suka makanan — pikirkan tentang rasa mentega dari croissant atau rasa gurih daging sapi. Hampir setiap makanan yang kita makan setidaknya mengandung sedikit lemak.

Makanan yang kaya lemak adalah minyak sayur, margarin, mentega, alpukat, dan kacang-kacangan. Semua mengandung hampir 100% energi sebagai lemak. Banyak makanan kaya protein, seperti daging, keju, dan selai kacang, juga tinggi lemak. Kue, pai, biskuit, muffin, coklat, es krim, dan makanan ringan, seperti keripik dan kerupuk, juga mengandung lemak dalam jumlah yang cukup besar. Sebagai tambahan untuk memberikan rasa, tekstur, dan energi, lemak makanan memasok vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K). Karena mereka lebih padat energi daripada karbohidrat dan protein, lemak berkontribusi merasa kenyang dan puas (kenyang) setelah makan makanan berlemak tinggi dan dapat membantu Anda memperpanjang waktu di antara waktu makan. Lemak dalam tubuh kita mengisolasi tubuh dan melindungi organnya dari cedera. Kami juga gunakan untuk membuat hormon.

Seperti yang Anda lihat, lemak sangat penting untuk kesehatan yang baik, jadi mengapa lemak memiliki reputasi yang begitu buruk? Tidak semua lemak diciptakan sama dari sudut pandang kesehatan. Perlu adanya pengetahuan terkait karakteristik lipid anggota keluarganya, hal ini akan mengungkap nutrisi yang sering disalahpahami.

Fungsi **lipid**: (1) energy; (2) menyediakan cadangan energy; (3) melindungi tubuh (lemak subkutan; membrane sel; emulsifier); (4) precursor biomolekul lain (vit larut lemak); (5) sintesis hormone (steroid; testoteron, progesteron).

Klasifikasi Lemak

Asam lemak diklasifikasikan, berdasarkan: (1) **ada tidaknya rantai rangkap**; asam lemak yang memiliki rantai rangkap disebut *asam lemak tidak jenuh*, sedangkan yang tidak memiliki rantai rangkap disebut *asam lemak jenuh*; (2) **posisi / letak atom hydrogen** terhadap atom karbon; *trans*-(hydrogen berlawanan arah dengan atom

karbon, sedangkan *cis*-(searah).; (3) **jumlah atom C/panjang pendeknya rantai**; saturated (C4-C16), mono saturated (C16 rangkap 1-C18), polisaturated (C18 rangkap-C22); dan (4) **dapat/tidak disintesis oleh tubuh**; esensial (linoleat (C18:2) dan linolenat (C18:3), arakidonat (C20:4) esensial jika linoleat defisiensi).

Setiap ikatan rangkap (interval) dipisah oleh 3 atom karbon. Pemberian nomor dimulai dari atom C pada gugus karboksil (CH₃). -n atau - ω (omega) dihitung dari ikatan rangkap terakhir dan berdekatan dengan gugus karboksil.

Kelompok lemak yaitu; **Trigliserida, Phospholipid, dan Sterol**. Lemak dalam makanan dianggap paling banyak memenuhi semua kebutuhan macronutrients. Namun, studi terbaru menunjukkan bahwa protein dan karbohidrat mungkin memberikan lebih banyak rasa kenyang (Gram untuk gram). Makanan tinggi lemak memang menyediakan kenyang, tetapi terutama karena tinggi dalam kalori.

A. Trigliserida

Kata lipid memunculkan pikiran tentang mentega, lemak babi, minyak zaitun, dan margarin. Hal ini biasanya merujuk pada lipid sebagai lemak dan minyak; namun, keluarga lipid mencakup lebih dari itu — itu termasuk trigliserida, fosfolipid, dan sterol. Meski anggota keluarga ini beragam berbeda dalam struktur dan fungsinya, semuanya mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen dan tidak ada yang larut dalam air. bagaimanapun, mereka larut dalam pelarut organik, seperti itu sebagai kloroform, benzena, dan eter. Pikirkan saus salad minyak dan cuka.

Tidak penting seberapa lama atau keras Anda mengocok balutan, saat Anda berhenti gemetar, cuka dan minyak cepat terpisah menjadi beberapa lapisan, dengan minyak yang mengapung di atas cuka. Properti tidak larut ini membedakan lipid dari karbohidrat dan protein (Gbr. 2). Trigliserida adalah jenis lipid yang paling umum ditemukan dalam makanan dan tubuh. Sekitar 95% dari lemak yang kita makan dan 95% dari lemak yang disimpan dalam tubuh berbentuk trigliserida.

Tiap molekul trigliserida terdiri dari 3 asam lemak yang menempel (terikat) pada gliserol, yang berfungsi sebagai tulang punggung untuk asam lemak (Gbr. 2). Trigliserida dibuat dengan melampirkan asam lemak untuk masing-masing 3 gugus hidroksil gliserol (-OH). Asam lemaknya bisa menjadi asam lemak yang sama atau bisa berbeda. Satu molekul air dilepaskan saat setiap ikatan asam lemak dengan gliserol. **Proses pengikatan asam lemak ke gliserol disebut esterifikasi.**

Pelepasan asam lemak dari gliserol disebut de-esterifikasi. Asam lemak yang dilepaskan dari tulang punggung (kepala) gliserol disebut asam lemak bebas untuk menegaskan bahwa mereka tidak terikat. Trigliserida yang menghilangkan lemak asam adalah digliserida. Hasil monogliserida Ketika 2 asam lemak hilang. Proses pemasangan kembali lemak asam menjadi gliserol yang telah kehilangan asam lemak disebut re-esterifikasi. Asam lemak bebas adalah rantai panjang karbon yang saling terkait bersama dan dikelilingi oleh hidrogen. Banyak jenis asam lemak bebas memiliki struktur yang mirip: Panjang rantai atom karbon yang saling terkait dan dikelilingi oleh hidrogen. Gugus asam (karboksil) adalah satu ujung rantai, dengan gugus metil akhir di seberangnya.

Panjang Rantai Karbon

Rantai asam lemak biasanya memiliki antara 4 dan 24 karbon. Asam lemak rantai panjang memiliki 12 atau lebih atom karbon. Lemak dari daging sapi, babi, dan domba dan kebanyakan minyak nabati memiliki rantai panjang. Rantai panjang karbon atom membutuhkan waktu paling lama untuk dicerna dan diangkut melalui sistem limfatik. Asam lemak rantai sedang adalah 6 hingga 10 karbon, dicerna hampir sama secepat glukosa, dan diangkut melalui system peredaran darah. Kelapa dan minyak sawit adalah contohnya asam lemak rantai menengah. Asam lemak rantai pendek biasanya memiliki panjang kurang dari 6 karbon. Lemak masuk produk susu, seperti mentega dan susu murni rantai

pendek. Mereka dengan cepat dicerna dan diangkut melalui sistem peredaran darah.

Kejenuhan

Asam lemak bisa jenuh, tak jenuh tunggal, atau tak jenuh ganda. Untuk memahami saturasi, penting untuk dicatat bahwa, maksimal atom karbon dapat membentuk 4 bahan kimia ikatan, atom oksigen dapat membentuk 2 ikatan, dan atom hidrogen hanya dapat membentuk 1 ikatan. Setiap atom selalu berusaha membentuk jumlah ikatan semaksimal mungkin, tetapi tidak bisa membentuk lebih dari maksimal. Gambar 4 menunjukkan asam lemak jenuh (SFA). Perhatikan bahwa setiap karbon di rantai telah membentuk maksimal 4 ikatan. Perhatikan juga bahwa setiap ikatan dibentuk dengan 2 atom terpisah (2 karbon berbeda dan 2 hidrogen berbeda). Ini adalah asam lemak jenuh karena semua ikatan antara karbon adalah koneksi tunggal dan karbon lainnya ikatan diisi dengan hidrogen. Untuk memahami konsep ini, bayangkan bus sekolah dengan seorang anak di setiap kursi. Bus sekolah "penuh" dengan anak-anak — tidak ada yang kosong kursi di bus.

Asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) ditunjukkan pada Gambar 6-4. Perhatikan bagaimana karbon 8 dan 9 dalam rantai masing-masing kehilangan 1 hidrogen. Karbon-karbon ini membentuk ikatan rangkap antara satu sama lain dengan masing-masing melepaskan 1 hidrogen. (ingat, karbon hanya bisa terbentuk 4 ikatan.)

Asam lemak yang memiliki 1 ikatan rangkap dalam rantai karbon disebut tak jenuh tunggal asam lemak. Mereka memiliki 1 (mono) lokasi dalam rantai karbon yang tidak jenuh dengan hidrogen. Menggunakan contoh bus sekolah, MUFA seperti memiliki 1 kursi kosong. Asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) memiliki setidaknya 2 ikatan rangkap dalam karbonnya rantai (Gbr. 6-5). Jika bus sekolah adalah PUFA, bus tersebut akan memiliki 2 kursi kosong atau lebih.

Ahli kimia mengklasifikasikan trigliserida sebagai ester. Tri asil gliserida adalah nama kimianya trigliserida. Asil mengacu pada asam lemak itu telah kehilangan gugus hidroksilnya (-OH). Asam lemak kehilangan gugus hidroksilnya saat ia menempelkan gliserin.

Bentuk

Bentuk rantai karbon bervariasi dengan kejenuhan. Asam lemak jenuh dan trans memiliki sifat lurus rantai karbon, dan asam lemak cis tak jenuh memiliki rantai karbon bengkok atau kusut. Di cis berlemak asam, hidrogen yang terikat pada karbon berikat ganda berada di sisi yang sama dari karbon rantai (lihat Gambar 6). Dalam asam lemak trans (disebut juga lemak trans), hidrogen terikat pada karbon berikat ganda zigzag bolak-balik melintasi rantai karbon (Gbr. 6-6). Pada Gambar 6-7, perhatikan bagaimana asam lemak cis, yang memiliki hidrogen di samping ikatan rangkap pada yang sama sisi rantai karbon, tikungan. Asam lemak trans, yang memiliki hidrogen ganda ikatan di sisi berlawanan dari rantai karbon, lurus dan menyerupai asam lemak jenuh.

Hidrogenasi menambahkan hidrogen ke rantai karbon lemak tak jenuh. Sebagai jumlahnya hidrogen yang ditambahkan meningkat, lemak tak jenuh menjadi lebih dan lebih jenuh (sampai itu benar-benar jenuh) dan semakin padat (Gbr. 6-8). Misalnya minyak jagung yang merupakan polyunsaturated dan cair pada suhu kamar, dapat dihidrogenasi: sedikit untuk diperas margarin, ada yang membuat margarin bak, dan banyak yang membuat margarin batangan.

Hidrogenasi diibaratkan seperti menempatkan anak-anak di beberapa kursi bus yang kosong kecuali, ketika anak-anak ditambahkan ke bus, itu mengubah bentuk bus. Perubahan bentuk terjadi karena hidrogenasi menghasilkan asam lemak trans yang memiliki bentuk lebih lurus dari asam lemak cis.

Penamaan Asam Lemak

Dua sistem biasanya digunakan untuk menamai asam lemak. Keduanya didasarkan pada jumlah atom karbon dan lokasi ikatan rangkap dalam lemak rantai karbon asam. Sistem omega (ω atau n) menunjukkan tempat pertama. Terjadi ikatan rangkap yang paling dekat dengan ujung rantai metil (omega). Sebagai contoh, asam lemak linoleat dinamai 18: 2 ω 6 (18: 2 n 6). Ini berarti asam linoleat, yang ditunjukkan di sebelah kanan pada Gambar 6-9, memiliki 18 karbon di dalamnya rantai karbon dan 2 ikatan rangkap, dan ikatan rangkap pertama dimulai pada karbon ke-6 dari ujung omega.

Sistem delta (Δ) menjelaskan asam lemak dalam hubungannya dengan karboksil ujung rantai karbon dan menunjukkan lokasi dari semua ikatan rangkap. Jadi, dalam sistem delta, asam linoleat adalah tertulis 18: 2 Δ 9, 12. Padahal komunitas ilmiah menggunakan keduanya sistem hampir sama, media populer menggunakan sistem omega, sebagai apakah teks ini.

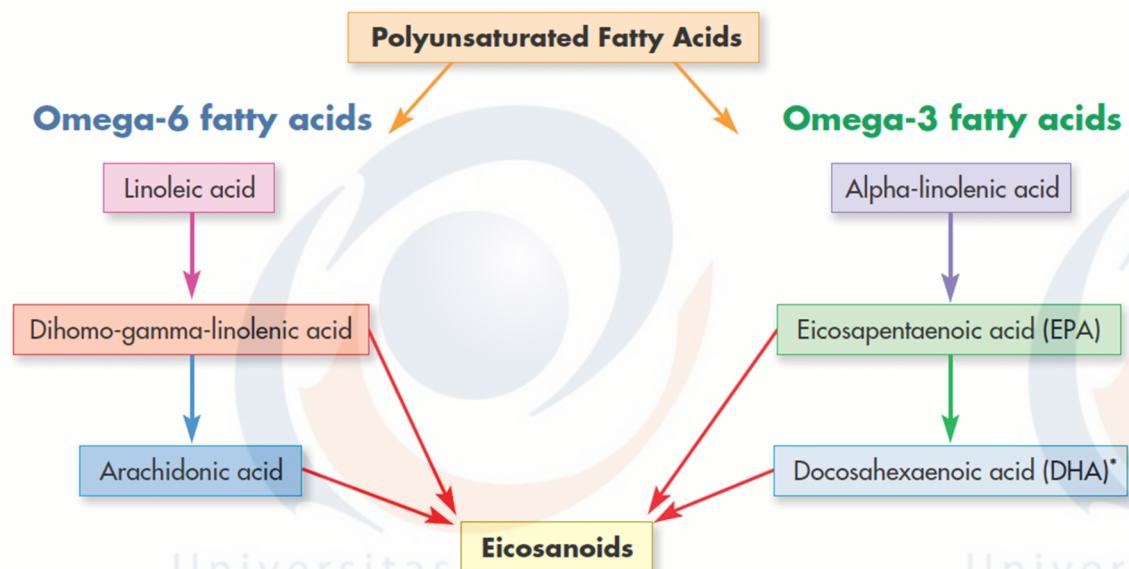
Asam Lemak Esensial

manusia dapat mensintesis berbagai macam asam lemak, tetapi kita tidak dapat membuat 2 PUFA: asam alfa-linolenat (asam lemak omega-3 utama dalam makanan) dan asam linoleat (asam lemak utama asam lemak omega-6 dalam makanan). Asam alfa-linolenat dan asam linoleat adalah asam lemak esensial (EFA). Kita harus mendapatkan EFA dari makanan karena tubuh kita tidak dapat mensintesis asam lemak esensial dengan ikatan rangkap sebelum karbon ke-9 dalam rantai, dihitung dari ujung omega.

Lokasi ikatan rangkap paling dekat dengan karbon omega (ujung metil) dari asam lemak mengidentifikasi keluarga asam lemak. Jika ikatan rangkap pertama adalah tak jenuh ganda asam lemak terjadi setelah karbon ke-3 dari ujung metil, ini disebut lemak omega-3 asam ($\omega - 3$). Jika ikatan rangkap pertama terjadi setelah karbon ke-6 pada lemak tak jenuh ganda asam, ini disebut asam lemak omega-6 ($\omega - 6$). Seperti yang Anda lihat pada Gambar 6-10, asam lemak eicosapentaenoic acid (EPA) dan, selanjutnya, asam docosahexaenoic (DhA)

dibuat dari asam alfa-linolenat. Juga, asam lemak dihomo-gamma-linolenic acid dan, selanjutnya, asam arakidonat terbuat dari asam linoleat.

Eikosanoid yang berbeda diproduksi dari asam dihomo-gamma-linolenat, arakidonat asam, dan asam eicosapentaenoic. Eikosanoid adalah senyawa seperti hormon, yaitu prostaglandin, prostasiklin, tromboksan, leukotrien, dan lipoksin, yang mempengaruhi tubuh di wilayah produksinya. (Mereka disebut hormon local karena, tidak seperti hormon biasa, mereka dibuat dan digunakan di area yang sama tubuh.)



*Technically, DHA yields docosanoids, which are similar to eicosanoids.

Gambar 1. The essential fatty acids alpha-linolenic acid and linoleic acids are used to make other important fatty acids.

(Sumber :Brown JE, et.al. 2011)

Sumber Bahan Makanan Mengandung Triglicerida

Hampir semua makanan menyediakan setidaknya beberapa trigliserida. Makanan tertentu, seperti lemak hewani dan minyak nabati, terutama trigliserida. Item roti, makanan ringan, dan makanan penutup dari susu juga mengandung jumlah lemak yang signifikan. Sebaliknya, susu bebas lemak dan juga yogurt banyak sereal sarapan dan

roti ragi, mengandung sedikit atau tidak ada lemak. Selain kelapa dan alpukat, buah-buahan dan sayuran rendah lemak.

Lemak Tersembunyi

Lemak di beberapa makanan terlihat: mentega di roti, mayones di salad kentang, dan marmar dalam daging mentah. Namun, dalam banyak makanan, lemak tersembunyi, seperti lemak dalam susu, keju, kue kering, kue kering, kue, hot dog, biskuit, kentang goreng, dan es krim. Label Fakta Nutrisi dapat membantu Anda mempelajari lebih lanjut tentang jumlah lemak dalam makanan yang Anda makan.

Fungsi Trigliserida

Trigliserida penting dalam banyak hal untuk kesehatan Anda. Itu penting untuk kesehatan yang optimal, tetapi asupan tinggi, terutama lemak jenuh dan trans, dan ketidakseimbangan EFA dapat menghadirkan tantangan kesehatan.

1. Memberikan Energi

Menyumbangkan 9 kalori per gram. Trigliserida adalah sumber bahan bakar utama untuk semua sel tubuh, kecuali sistem saraf dan sel darah merah. Saat Anda beristirahat atau melakukan fisik ringan aktivitas, trigliserida menyediakan 30 sampai 70% dari energi yang Anda bakar. Jumlah pastinya tergantung tentang seberapa baik Anda makan sebelum berolahraga, seberapa sehat fisik Anda, dan intensitasnya dan durasi latihan.

2. Menyediakan Penyimpanan Energi Kompak

Trigliserida adalah bentuk penyimpanan energi utama tubuh. Kelebihan kalori dari karbohidrat, lemak, protein, dan alkohol semuanya dapat diubah menjadi asam lemak dan kemudian menjadi trigliserida. Trigliserida membuat "rekening tabungan" energi yang sangat baik karena stabil (tidak bereaksi dengan bagian sel lain) dan padat kalori. Sel lemak mengandung sekitar 80% dan hanya lemak 20% air dan protein. Sel otot juga mengandung lemak dan protein tetapi 73% air. Alasan lain trigliserida membuat bentuk penyimpanan energi yang sangat baik adalah bahwa jumlah yang dapat kita simpan hampir tidak terbatas. Satu sel

adiposa (lemak) dapat meningkat beratnya sekitar 50 kali. Ketika sel-sel adiposa dimaksimalkan dengan lemak, sel-sel lemak baru bisa bentuk.

3. Mengisolasi dan Melindungi Tubuh

Sebagian besar lapisan lemak isolasi tepat di bawah kulit (disebut lemak subkutan) trigliserida. Dengan mengisolasi tubuh, lemak subkutan membantu menjaga suhu tubuh pada tingkat yang konstan.

4. Membantu Penyerapan dan Transportasi Vitamin yang Larut dalam Lemak

Lemak yang ditemukan dalam makanan membawa vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan k) ke si kecil usus. Sesampai di sana, lemak makanan membantu penyerapan vitamin ini. Larut dalam lemak vitamin diangkut dalam aliran darah dengan cara yang sama seperti lemak makanan.

5. Fungsi Asam Lemak Esensial

Asam lemak esensial, bersama dengan fosfolipid dan kolesterol, bersifat struktural penting komponen dinding sel. Mereka juga menjaga dinding sel tetap cair dan fleksibel, sehingga zat tersebut dapat mengalir masuk dan keluar sel. Asam lemak omega-3 docosahexaenoic acid (DhA) dibutuhkan selama kehidupan janin dan bayi untuk perkembangan normal dan fungsi retina (bagian mata yang merasakan cahaya). Dimulai pada beberapa minggu pertama kehidupan embrio, DhA sangat penting untuk perkembangan normal dan pematangan sistem saraf. Sepanjang kehidupan, DhA membantu mengatur transmisi dan komunikasi saraf. Eikosanoid, yang terbuat dari asam lemak esensial, memiliki lebih dari 100 jenis berbeda tindakan, seperti mengatur tekanan darah, pembekuan darah, siklus tidur / bangun, suhu tubuh, reaksi inflamasi atau hipersensitivitas (mis., Asma), sekresi lambung, persalinan selama kelahiran anak, dan respon imun dan alergi.

Eikosanoid juga memiliki peran penting lainnya di dalam tubuh, banyak di antaranya hanya baru saja ditemukan. Misalnya, mereka membantu

- Mengatur kecepatan pembelahan sel, yang dapat membantu mencegah kanker tertentu atau memperlambat pertumbuhan tumor yang ada dan membantu mencegah kanker menyebar ke bagian lain tubuh
- Mengangkut oksigen dari sel darah merah ke jaringan tubuh

- Menjaga fungsi ginjal normal dan keseimbangan cairan
- Mengarahkan hormon ke sel targetnya
- Mengatur aliran zat yang masuk dan keluar sel
- Mengatur ovulasi, suhu tubuh, fungsi sistem kekebalan, dan hormone perpaduan

Fungsi Phospolipid

Di dalam tubuh, fosfolipid memiliki 2 peran utama yaitu komponen membran sel dan pengemulsi. Fosfolipid, bersama dengan asam lemak dan kolesterol, adalah yang utama komponen membran sel

Membran sel adalah lapisan ganda penutup luar sel yang mengoreksi isi sel dan mengatur pergerakannya zat masuk dan keluar dari sel. Bayangkan seperti membran sel karton bergelombang. Karton memiliki tepi luar yang halus dan halus tepi bagian dalam, dan area bergelombang mengisi ruang di antara 2 tepinya. Itu kepala fosfat hidrofilik fosfolipid mengorientasikan dirinya untuk membentuk sel tepi luar membran (bagian yang terkena darah) atau tepi dalam (bagian yang terkena komponen sel berair). Terlepas dari apakah kepala hidrofilik menghadap ke dalam atau di luar sel, ekor hidrofobiknya menjauh dari kepala — jadi mereka membentuk "kerutan." Karena kepala dan buntutnya menyesuaikan diri dengan cara ini, membran sel tetap cair, sehingga senyawa dapat masuk dan keluar dari sel.

Fosfolipid juga berfungsi sebagai pengemulsi di dalam tubuh. Empedu dan lesitin adalah pengemulsi utama tubuh. Pengemulsi adalah senyawa yang membentuk a cangkang di sekitar tetesan lemak, sehingga tetesan dapat tersuspensi dalam air dan tidak menggumpal.

Ekor hidrofobik dari fosfolipid meraih ke arah tetesan lemak dan membentuk bagian dalam cangkang. Bagian luar cangkang terbuat dari kepala hidrofilik yang memanjang dari tetesan lemak. Dengan kepala hidrofilik di luar, tetesan lemak tertarik air (tetap ditangguhkan) dan tolak tetesan lemak lainnya (jangan menggumpal). Pengemulsi penting agar lemak dicerna dan diangkut melalui aliran darah.

Sumber Phospholipid

Fosfolipid dapat disintesis oleh tubuh atau disuplai oleh diet. Misalnya, lesitin ditemukan dalam makanan seperti kuning telur, bibit gandum, dan kacang tanah. Meskipun lesitin suplemen tersedia, mereka tidak diperlukan karena hati dapat memproduksi dalam jumlah yang cukup fosfolipid. Suplemen lesitin telah dipromosikan sebagai cara menurunkan berat badan, menurunkan kolesterol, dan mengurangi risiko penyakit Alzheimer. Namun, studi menunjukkan tidak ada efek lesitin pada penurunan berat badan. Data saling bertentangan dalam hal kemampuan lesitin untuk menurunkan kolesterol atau risiko penyakit Alzheimer. 2, 3 Penting untuk diperhatikan bahwa lesitin dosis tinggi dapat menyebabkan gas, diare, dan penambahan berat badan.

B. Sterol

Sterol adalah kelas lipid terakhir. Struktur sterol sangat berbeda dari rantai karbon panjang yang terlihat pada asam lemak dan fosfolipid. Sebaliknya, sebagian besar karbon tersusun dalam banyak cincin

Fungsi Sterol

Dari perspektif nutrisi, kolesterol adalah sterol yang paling terkenal. Zat lilin ini diperlukan untuk mensintesis banyak senyawa. Misalnya, tubuh kita menggunakan kolesterol untuk membuat hormon steroid, seperti testosteron, estrogen, bentuk aktif hormon vitamin D, dan kortikosteroid (kortison). Kolesterol juga digunakan untuk itu membuat empedu, yang dibutuhkan untuk mengemulsi lemak, sehingga bisa dibuat dicerna secara normal.

Selain itu, kolesterol bekerja dengan fosfolipid untuk membentuk sel membran dan memungkinkan zat yang larut dalam lemak untuk masuk dan keluar dari sel. Kolesterol, bersama dengan fosfolipid dan protein, juga membentuk cangkang yang menutupi

kilomikron (tetesan yang mengangkut lipid). Cangkang ini yang memungkinkan tetesan lemak mengapung melalui aliran darah berbasis air.

Sumber Sterol

Kolesterol ditemukan dalam makanan hewani, seperti daging, ikan, unggas, telur, dan produk susu. (Makanan yang berasal dari tumbuhan tidak mengandung kolesterol.). Dari kira-kira 875 mg kolesterol diproduksi setiap hari oleh tubuh kita, kira-kira, 400 mg digunakan untuk mengisi kembali simpanan empedu dan sekitar 50 mg digunakan untuk membuatnya hormon steroid. Rata-rata, makanan Amerika memasok sekitar 180 sampai 325 mg kolesterol per hari. 4 Dari jumlah itu, kami menyerap sekitar 40 hingga 60%.

Kolesterol tidak perlu disuplai oleh makanan karena tubuh dapat mensintesis semua kolesterol yang dibutuhkannya. Meskipun tanaman tidak mengandung atau menghasilkan kolesterol, mereka melakukannya buat sterol lain, seperti ergosterol (suatu bentuk vitamin D) dan sitostanol (ditambahkan ke beberapa margarin, seperti Take Control®). Makan margarin yang mengandung sitostanol bisa mengurangi penyerapan kolesterol dan empedu tubuh, yang terbuat dari kolesterol, dengan demikian menurunkan kadar kolesterol darah, yang menurunkan risiko penyakit jantung.

C. Phosfolipid

Banyak jenis fosfolipid ditemukan dalam makanan dan tubuh, khususnya otak. Struktur lipid ini sangat mirip dengan trigliserida—dengan satu pengecualian. Satu asam lemak diganti dengan senyawa (fosfat) yang mengandung mineral fosfor dan sering mengandung nitrogen. Fosfat memberi fosfolipid kualitas penting — ini memungkinkan lemak ini berfungsi lingkungan berair (misalnya, darah) tanpa menggumpal.

Berikut cara kerja fosfolipid. Ujung fosfat (kepala) dari fosfolipid bersifat hidrofilik (menyukai air) dan tertarik pada air. Asam lemak ujung (ekor) fosfolipid bersifat hidrofobik (takut air) dan tertarik untuk lemak. Ketika ditempatkan di air, fosfolipid berkumpul bersama, dengan hidrofiliknya kepala fosfat menghadap ke luar dalam

kontak dengan air dan mereka ekor hidrofobik memanjang ke dalam kelompok jauh dari air.

Unggul

Universitas
Esa Unggul

Universitas
Esa U

Unggul

Universitas
Esa Unggul

Universitas
Esa U

BAB VI

LEMAK, PENCERNAAN DAN PENYERAPANNYA

Dietry lipid ketika masuk ke dalam mulut telah merangsang kelenjar dibawah lidah untuk mengeluarkan enzim lingual lipase. Proses pencernaan lipid dimulai di dalam lambung yang dikatalis oleh enzim lingual lipase. TG (termasuk asam lemak bebas rantai pendek atau medium; C<12) didegradasi oleh enzim ini. Selain itu beberapa TG didegradasi enzim gastric lipase yang disekresikan oleh sel mukosa lambung. Asam klorida (HCl) membantu dalam optimalisasi enzim tersebut. Ketika akan memasuki usus halus, TG, CE dan fosfolipid didegradasi oleh enzim pankreatin yang dikontrol oleh hormone cholecystokin (CCK) dan secretin. Hormon CCK membantu menurunkan motilitas lipid dari lambung ke usus halus, selain itu CCK menstimulus hati (gall bladder) untuk mengeluarkan *bile acid* dan menstimulus pancreas untuk mengeluarkan *enzim pankreatin*. Enzim ini akan mendegradasi lipid (TG, CE, fosfolipid) lebih lanjut kemudian beremulsifikasi dan menghasilkan produk yang dapat dicerna, seperti: asam lemak bebas (pendek; medium), 2 monoasilgliserol, kolesterol. Produk kemudian membentuk sebuah *mixed micelle* dengan bantuan *bile salts* dan vitamin larut lemak. *Mixed micelle* kemudian akan membantu penyerapan ke dalam *enterocytes* dan bersama lipids (apo-48, protein) membentuk *chylomicron*. Chylomicron kemudian akan disekresikan ke dalam sistem limfatik dan membawa mereka ke sistem peredaran darah. Darah kemudian akan mendistribusikan chylomicron tersebut ke *peripheral tissue* (kecuali otak).

Hal khusus yang berkaitan dengan bayi dengan makanan bersumber dari susu adalah enzim "acid lipase". Enzim acid lipase, seperti lingual dan gastric lipase berfungsi untuk mendegradasi triasilgliserol (khususnya asam-asam lemak dengan rantai karbon C dibawah 12; asam lemak rantai pendek dan medium) yang terdapat dalam susu.

Fungsi kolesterol bagi tubuh adalah (1) sebagai **prekursor** dari *bile acids*, hormon steroid dan vitamin D. Selain itu (2) kolesterol berkerjasama dengan fosfolipid untuk **membentuk sel membrane** dan (3) kolesterol bersama dengan protein Apo-48 **membentuk *chylomicron*** yang berfungsi untuk mendistribusikan *dietry lipid* keseluruhan tubuh.

Pools kolesterol berada di dalam **hati**. Kolesterol dalam tubuh berbentuk *cholesteryl ester*. Kolesterol dalam hati (*influx*) berasal dari (1) kolesterol dari makanan; (2) kolesterol yang disintesis di hati (*de novo*); dan (3) kolesterol yang disintesis dari extrahepatic tissue. Sedangkan **efflux**: (1) sekresi very low density lipoprotein; (2) kolesterol bebas di sekresi di bile; (3) dikonversi kedalam *bile acids*. Sebagian besar efflux kolesterol meninggalkan hati.

Asam lemak diklasifikasikan, berdasarkan: (1) **ada tidaknya rantai rangkap**; asam lemak yang memiliki rantai rangkap disebut *asam lemak tidak jenuh*, sedangkan yang tidak memiliki rantai rangkap disebut *asam lemak jenuh*; (2) **posisi / letak atom hydrogen** terhadap atom karbon; *trans*-(hydrogen berlawanan arah dengan atom karbon, sedangkan *cis*-(searah).; (3) **jumlah atom C/panjang pendeknya rantai**; saturated (C4-C16), mono saturated (C16 rangkap 1-C18), polisaturated (C18 rangkap-C22); dan (4) **dapat/tidak disintesis oleh tubuh**; esensial (linoleat (C18:2) dan linolenat (C18:3), arakidonat (C20:4) esensial jika linoleat defisiensi).

Rekomendasi Asupan Lemak

Lemak adalah bagian penting dari makanan sehat, tetapi untuk kesehatan yang optimal, jumlah totalnya dan jenis lemak yang dikonsumsi perlu mendapat perhatian yang cermat. Tidak ada AKG untuk lemak, tapi ada Asupan yang Cukup untuk bayi.

Tabel 1. Rekomendasi IOM

Fat Component	IOM Recommendations
Total Dietary Fat	20 to 35% of calories
Saturated Fat	As low as possible
<i>Trans</i> Fat	As low as possible
Unsaturated Fat	Most of fat intake
Omega 6: linoleic acid	5% of calories
Omega 3: alpha-linolenic acid	0.6 to 1.2% of calories
Cholesterol*	As low as possible

*National Cholesterol Education Program daily recommendation for cholesterol is 200 mg or less.

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Asosiasi Diet Amerika dan Ahli diet Kanada menyarankan agar orang dewasa makan Konsumsi 20 sampai 35% kalori mereka sebagai lemak diet rendah asam lemak jenuh dan trans, dan makan lebih banyak asam lemak omega-3. Bayi dan anak di bawah 2 tahun perlu mendapatkan sekitar setengah dari total kalori mereka dari lemak untuk memenuhi kebutuhan kalori dan memperolehnya lemak yang cukup untuk perkembangan otak normal. Untuk anak usia 2 sampai 3 tahun, pertahankan total asupan lemak antara 30 dan 35% kalori. Antara usia 4 dan 18 tahun, pertahankan asupan lemak antara 25 dan 35% kalori.

Institute of Medicine juga merekomendasikan asupan lemak jenuh, termasuk lemak trans, dan kadar kolesterol dijaga serendah mungkin sambil tetap mengonsumsi diet yang cukup bergizi. Tujuan Masyarakat Sehat 2010 adalah mengurangi proporsinya orang di atas usia 2 tahun yang mendapatkan lebih dari 10% kalori mereka dari lemak jenuh. Kelompok ahli lainnya, seperti American Heart Association dan Dietary pedoman untuk komite Amerika, menyarankan agar orang sehat membatasi lemak jenuh serta lemak tak jenuh ganda menjadi tidak lebih dari 10% dari total kalori masing-masing dan meminimalkan asupan lemak trans. Kebanyakan ahli menganjurkan, bila kalori lemak melebihi 30% kalori total, lemak tak jenuh tunggal memasok kalori ekstra. Selain itu, kolesterol asupan harus dibatasi sekitar 300 mg setiap hari. Tingkat asupan yang direkomendasikan oleh kelompok ahli ini memenuhi atau melebihi kebutuhan harian tubuh sambil meminimalkan risiko penyakit kronis. Rekomendasi asupan lemak lebih rendah bagi mereka yang berisiko penyakit jantung, seperti orang dengan tingkat darah tinggi dari lipoprotein densitas rendah (LDL) kolesterol, yang disebut kolesterol jahat. Misalnya, orang Amerika Asosiasi jantung menganjurkan agar orang-orang ini membatasi pola makan lemak menjadi 20% dari total kalori, lemak jenuh menjadi 7% dari total kalori, dan kolesterol sampai 200 mg atau kurang setiap hari.

Diet Mediterania

Ada beberapa bukti bahwa hingga 40% kalori dari lemak bisa menyehatkan lemak tak jenuh tunggal menyumbang sebagian besar lemak. Bukti pertama bahwa diet

Tinggi lemak tak jenuh tunggal dapat menyehatkan jantung dilaporkan selama 60 tahun yang lalu di 7 negara, studi yang dilakukan oleh Ancel keys dan kolega 6 — studi ini mengarah pada Diet Mediterania yang populer saat ini. Mereka yang mengikuti Mediterania tradisional Pola makan menikmati tingkat penyakit kronis terendah yang tercatat di dunia.

Di tahun-tahun yang lalu, para petani Yunani di Kreta meminum segelas zaitun kaya lemak tak jenuh tunggal minyak untuk sarapan! Bahkan saat ini, konsumsi rata-rata minyak zaitun di Yunani adalah 20 liter per orang per tahun.

Diet Mediterania tradisional menampilkan yang berikut:

- Minyak zaitun sebagai lemak utama
- Asupan buah-buahan, sayuran (terutama sayuran berdaun hijau), biji-bijian,
- kacang-kacangan, kacang-kacangan, dan biji-bijian
- Penekanan pada diproses secara minimal dan, jika memungkinkan, segar secara musiman dan
- makanan yang ditanam secara lokal
- Asupan keju dan yogurt dalam jumlah kecil setiap hari
- Asupan mingguan ikan dalam jumlah rendah sampai sedang
- Penggunaan telur dan daging merah secara terbatas
- Latihan rutin
- Minum anggur dalam jumlah sedang pada waktu makan

Kebutuhan Asam Lemak Esensial

Institute of Medicine telah menetapkan Asupan yang Cukup untuk asam lemak esensial. Rekomendasi ini menambahkan hingga kurang dari 120 kalori setiap hari untuk wanita dan 170 kalori untuk pria— itu sekitar 2 hingga 4 sendok makan minyak yang kaya asam lemak ini setiap hari.

Lemak esensial defisiensi asam sangat tidak mungkin terjadi, tetapi kekurangan asupan selama beberapa minggu dapat menyebabkan sampai diare, pertumbuhan melambat,

penyembuhan luka dan infeksi tertunda, dan bersisik, gatal kulit. Meskipun Institute of Medicine belum menetapkan Level Atas untuk asupan yang aman Lemak omega-3, orang Eskimo Greenland aman dikonsumsi sekitar 6,5 g / hari, yaitu 3 sampai 5 kali lebih tinggi dari Asupan Adequate.

Pentingnya mengonsumsi eicosanoids ditemukan bertahun-tahun yang lalu dalam penelitian Greenland Eskimo. Makanan mereka sangat kaya EPA-rich minyak ikan, dan mereka menunjukkan darah yang berkurang pembekuan dan menurunkan risiko penyakit jantung.

Pencernaan dan Penyerapan Lemak

Tubuh sangat efisien dalam mencerna dan menyerap lemak makanan. Berikut adalah penjelasan pencernaan dan penyerapan lemak.

Pencernaan

Pencernaan lemak dimulai di mulut, tempat lipase lingual disekresikan. Enzim ini membantu istirahat menurunkan trigliserida dengan asam lemak rantai pendek dan menengah yang ditemukan dalam lemak susu. Meskipun Enzim ini aktif selama masa bayi, hanya memainkan peran kecil dalam pencernaan lemak di masa dewasa.

Sebagian besar pencernaan lemak terjadi di dalam usus halus dengan bantuan enzim lipase. Lipase dibentuk oleh pancreas dan selebihnya oleh dinding usus halus. Hampis Sebagian besar dari trigliserida berasal dari makanan di hidrolisis secara sempurna oleh enzim ini menjadi asam lemak dan gliserol. Selebihnya akan di pecah menjadi digliserida, monogliserida dan asam lemak. Berikut adalah ringkasannya:

Tabel 2. Ringkasan Proses pencernaan Lemak

Saluran pencernaan	Proses Pencernaan
Mulut	Mengunyah mencampurkan makanan dengan ludah dan di telan.

	Kelenjar ludah mengeluarkan enzim lipase lingual.
Esofagus	Tidak ada pencernaan
Lambung	Lipase lingual dalam jumlah terbatas memulai hidrolisis trigliserida menjadi digliserida dan asam lemak. Lemak susu lebih banyak di hidrolisis. Lipase lambung meghidrolisis lemak dalam jumlah terbatas.
Usus halus	Bahan empedu mengemulsi lemak. Lipase berasal dari pancreas dan dinding usus halus menghidrolisis lemak dalam bentuk emulsi menjadi digliserida, monogliserida, gliserol dan. Asam lemak. Fosfolipase berasal dari pancreas menghidrolisis folfolipida menjadi asam lemak dan lisofosogliserida. Kolesterol esterase berasal dari pancreas menghidrolisis ester kolesterol.
Usus besar	Sedikit lemak dan kolesterol yang terkandung dalam serat makanan, dikeluarkan melalui feses

Penjelasan:

Di perut, lipase lambung membantu memecah trigliserida menjadi monogliserida, digliserida, dan asam lemak bebas. Lemak mengapung di atas isi perut yang encer, yang membatasi tingkat pencernaan lipid di perut.

Pencernaan lemak sebagian besar terjadi di usus kecil. Ingatlah bahwa adanya lemak di usus halus memicu pelepasan **hormon kolesistokinin (CCK) dari usus sel**. CCK merangsang pelepasan empedu dari kantong empedu dan dari lipase dan kolipase pankreas, yang semuanya dikirim ke usus kecil oleh saluran empedu umum. Empedu mengemulsi lemak. Artinya, lemak memecah lemak menjadi banyak tetesan kecil, yang disebut misel, dan membentuk sebuah cangkang di sekitar misel yang membuat tetesan lemak tertahan di usus berbasis air isi. Emulsifikasi meningkatkan luas permukaan lipid dan memungkinkan lipase pancreas efisien memecah trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak bebas. Pencernaan lemak sangat cepat dan menyeluruh karena jumlah lipase pankreas yang dilepaskan biasanya jauh lebih besar dari jumlah yang dibutuhkan. Selain itu, kolipase membantu lipase menempel pada misel.

Fosfolipid dan kolesterol juga sebagian besar dicerna di usus kecil. Enzim fosfolipase dari pankreas dan enzim dari usus halus mukosa memecah fosfolipid menjadi bagian dasarnya: gliserol, asam lemak, asam fosfat, dan komponen lainnya (misalnya, kolin). Ester kolesterol (kolesterol dengan asam lemak melekat) dipecah menjadi kolesterol dan asam lemak bebas oleh enzim pancreas disebut kolesterol esterase.

Penyerapan

Bagian lipid misel diserap oleh batas sikat penyerap sel yang melapisi bagian duodenum dan jejunum dari usus halus. Sekitar 95% lemak makanan diserap. Panjang rantai karbon asam lemak atau monogliserida menentukan apakah ia diserap oleh kardiovaskular atau sistem limfatik. Setelah absorpsi, asam lemak rantai pendek dan menengah (<12 karbon) sebagian besar memasuki sistem kardiovaskular melalui vena portal, yang mengarah langsung ke hati. Asam lemak rantai panjang (≥ 12 karbon) diesterifikasi menjadi trigliserida di sel penyerap. Setelah pengemasan lebih lanjut, mereka memasuki sirkulasi limfatik, bersama dengan vitamin yang larut dalam lemak dan kolesterol makanan. Ingat bahwa empedu, dan kolesterol yang dikandungnya, didaur ulang oleh jalur sirkulasi enterohepatic. Artinya, empedu diserap kembali di ileum dan dikembalikan ke hati (melalui vena portal) untuk digunakan lagi dalam pencernaan lemak. Sekitar 98% empedu didaur ulang dan sisanya dieliminasi dalam kotoran. Meningkatkan jumlah empedu yang keluar dari tubuh dapat membantu menurunkan kadar kolesterol darah karena, ketika lebih sedikit yang didaur ulang, hati mengambilnya lebih banyak kolesterol keluar dari darah untuk memulihkan suplai empedu. Obat-obatan tertentu dan diet kaya serat larut, yang mengikat empedu dan membawanya keluar bersama tinja, mengurangi jumlah empedu daur ulang.

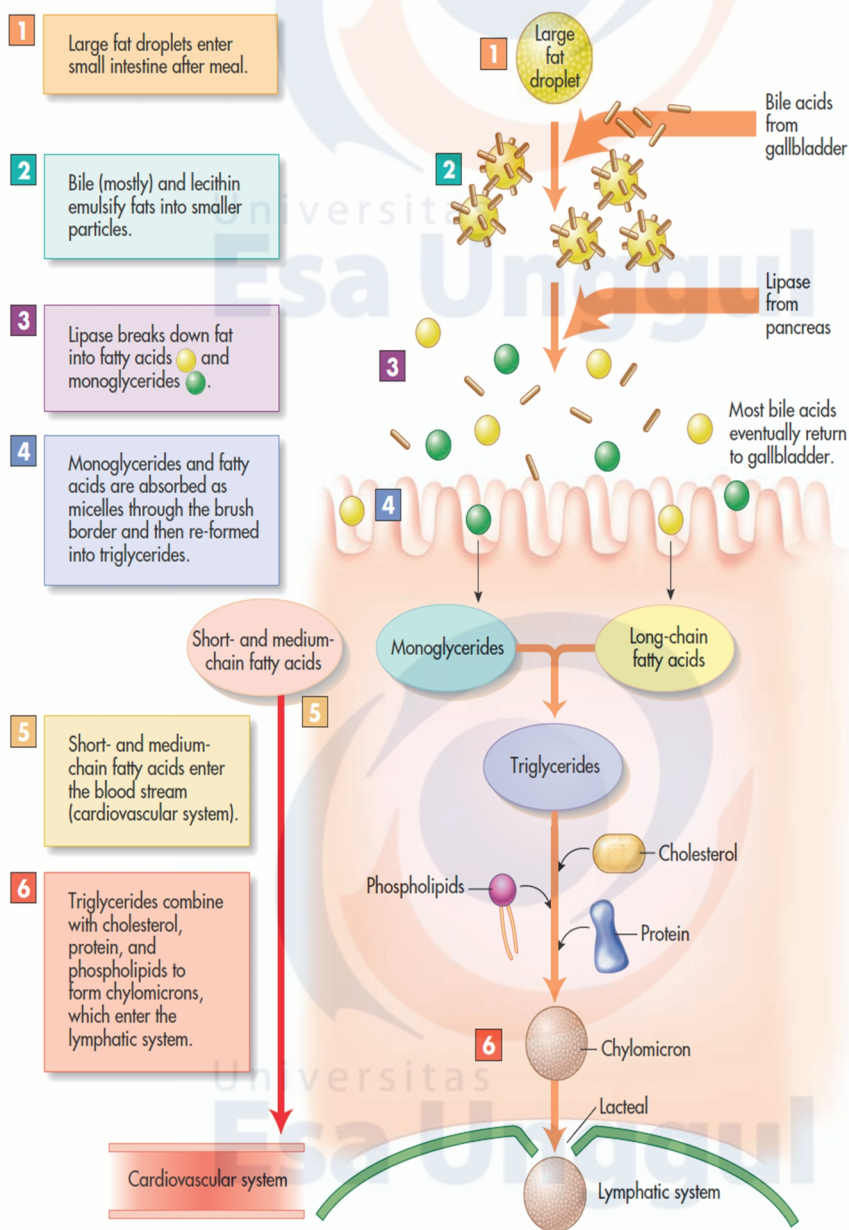


Figure 6-18 A simplified look at absorption of triglycerides.

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Mengangkut Lemak dalam Darah

Mengangkut lemak melalui darah berbasis air dan sistem limfatik menghadirkan tantangan karena air dan lemak tidak bercampur. Lemak diangkut dalam darah sebagai lipoprotein disebut kilomikron, lipoprotein densitas sangat rendah, lipoprotein densitas

menengah, lipoprotein densitas rendah, dan lipoprotein densitas tinggi. Lipoprotein memiliki inti, dibuat lipid, yang ditutupi dengan cangkang yang terdiri dari protein, fosfolipid, dan kolesterol.

Cangkang memungkinkan lipoprotein bersirkulasi di dalam darah. Gambar dan Tabel dibawah menunjukkan peran komposisi lipoprotein ini. Mengangkut Lemak Makanan Memanfaatkan Kilomikron Trigliserida yang dibentuk kembali di sel-sel absorpsi usus dikemas dengan lipid lain, seperti kolesterol dan fosfolipid, menjadi lipoprotein yang disebut kilomikron. Tetesan lemak besar ini dikelilingi oleh cangkang tipis fosfolipid, lemak pengangkut lemak melalui darah berbasis air dan sistem limfatik menghadirkan tantangan karena air dan lemak tidak bercampur. Lemak diangkut dalam darah sebagai lipoprotein disebut kilomikron, lipoprotein densitas sangat rendah, lipoprotein densitas menengah, lipoprotein densitas rendah, dan lipoprotein densitas tinggi.

Lipoprotein memiliki inti, dibuat lipid, yang ditutupi dengan cangkang yang terdiri dari protein, fosfolipid, dan kolesterol. Cangkang memungkinkan lipoprotein bersirkulasi di dalam darah. Gambar dan Tabel menunjukkan peran komposisi lipoprotein ini. Mengangkut Lemak Makanan Memanfaatkan Kilomikron Trigliserida yang dibentuk kembali di sel-sel absorpsi usus dikemas dengan lipid lain, seperti kolesterol dan fosfolipid, menjadi lipoprotein yang disebut kilomikron. Tetesan lipid besar ini dikelilingi oleh cangkang tipis fosfolipid, kolesterol.

Duktus toraks memanjang dari perut ke leher, di mana ia terhubung ke aliran darah secara luas vena yang disebut vena subklavia kiri. Begitu masuk ke dalam darah, nutrisi awalnya diserap oleh sistem limfatik diangkut ke jaringan tubuh dalam sistem vaskular. Enzim lipoprotein lipase (LPL) melekat pada dinding dalam sebagian besar sel, termasuk yang ada di pembuluh darah, otot, jaringan lemak, dan sel lainnya. Saat LPL diaktifkan dengan apo C-II, ia mentransfer trigliserida dari kilomikron ke sel di mana LPL berada terlampir. Sel dapat segera menggunakan trigliserida yang ditransfer untuk energi atau menyimpannya digunakan nanti. Sel-sel tertentu, seperti otot, cenderung

menggunakan trigliserida sebagai energi, sedangkan sel adiposa cenderung menyimpannya.

Setelah makan, seluruh proses menghilangkan kilomikron dari darah melalui Aktivitas LPL membutuhkan waktu 2 hingga 10 jam, sebagian bergantung pada seberapa banyak lemak yang masuk makanan. Setelah 12 hingga 14 jam puasa, tidak ada kilomikron di dalam darah. Sebaiknya orang berpuasa 12 hingga 14 jam sebelum memiliki profil lipid darah karena keberadaan kilomikron dapat mempengaruhi hasil.

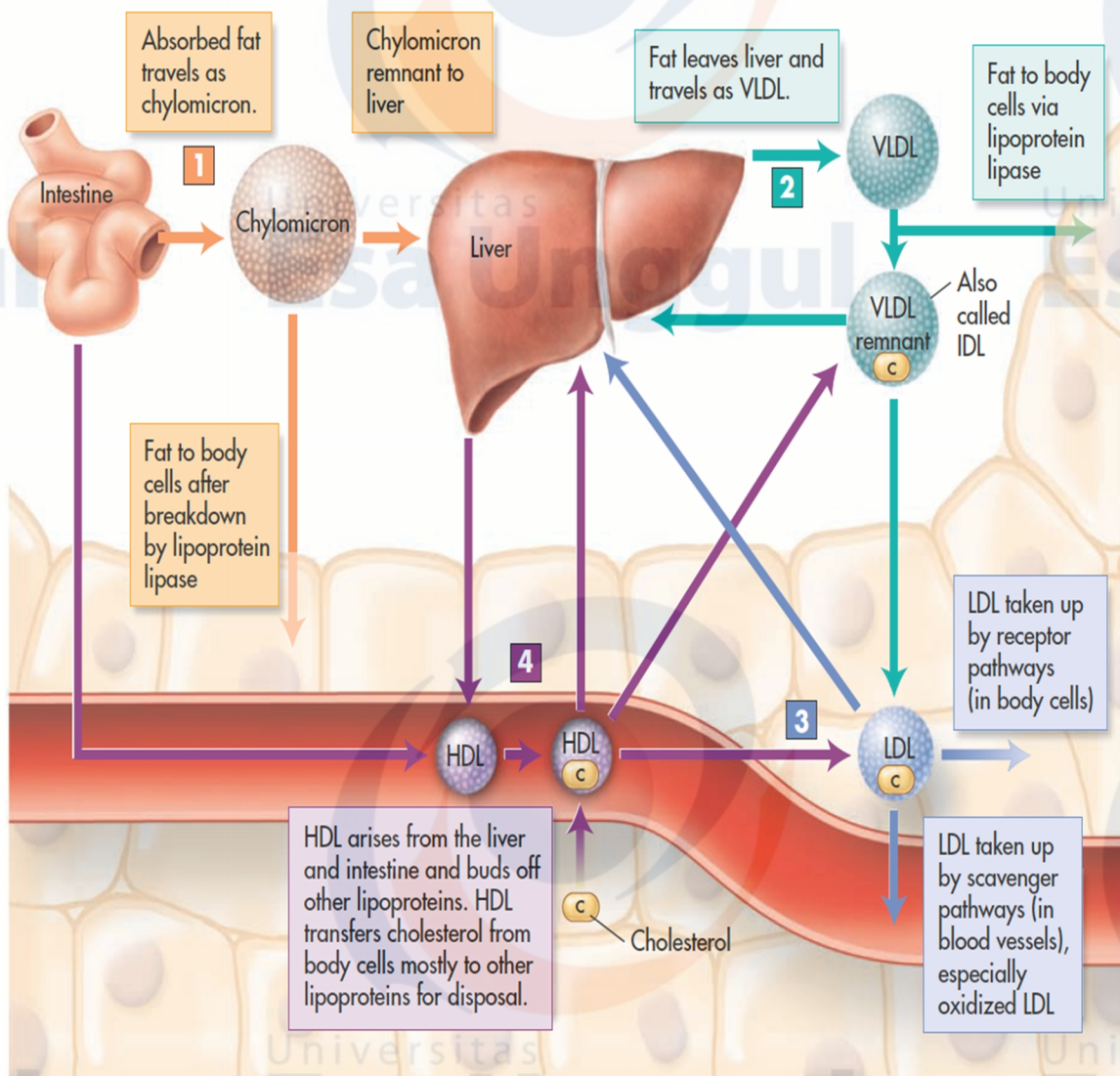


Figure 6-20 Lipoprotein interactions. (1) Chylomicrons carry absorbed fat to body cells. (2) VLDL carries fat taken up from the bloodstream by the liver, as well as any fat made by the liver, to body cells. (3) LDL arises from VLDL and carries mostly cholesterol to cells. (4) HDL arises from body cells, mostly in the liver and intestine, as well as from particles that bud off other lipoproteins. HDL carries cholesterol from cells to other lipoproteins and to the liver for excretion.

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Mengangkut Lipid yang Sebagian Besar Dibuat oleh Tubuh Sangat Memanfaatkan-Lipoprotein Densitas Rendah

Hati membuat lemak dan kolesterol menggunakan karbon, hidrogen, dan energi dari karbohidrat, protein, dan asam lemak bebas yang diambil dari darah. Asam lemak bebas adalah sumber utama "bahan" untuk sintesis tri-gliserida. Hati melapisi kolesterol

dan trigliserida yang terkumpul di organ itu dengan cangkang protein dan lipid dan menghasilkan apa yang disebut lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL).

Ketika VLDL dari hati memasuki sistem peredaran darah, enzim LPL masuk lapisan pembuluh darah mentransfer trigliserida di VLDL ke sel tubuh, termasuk jaringan adiposa untuk penyimpanan lemak dan jaringan otot untuk energi. Saat trigliserida dilepaskan, VLDL menjadi semakin padat dan menjadi lipoprotein dengan kepadatan menengah (IDL). IDL kehilangan trigliserida tambahan dengan mengaktifkan enzim yang disebut trigliserida hati lipase (hTgL) ditemukan di permukaan endotel hati. hTgL dan LPL menghilangkan trigliserida dari IDL, menyebabkan proporsi trigliserida menurun dan kolesterol meningkat. Semakin banyak trigliserida yang dibuang, IDL menjadi kepadatan rendah lipoprotein (LDL). LDL terutama terdiri dari kolesterol.

Jalur untuk Pengambilan Kolesterol Di jalur reseptor untuk pengambilan kolesterol, LDL dihilangkan dari darah oleh sel dengan reseptor LDL yang disebut B-100. Itu hati, seperti halnya sel-sel lain, memiliki reseptor ini. Begitu masuk sel, LDL dipecah menjadi protein dan kolesterol bebas. Ini Komponen LDL digunakan untuk memelihara membran sel atau mensintesis senyawa khusus, seperti estrogen, testosteron, dan vitamin D. Ketika konsentrasi kolesterol bebas di dalam sel meningkat ke titik di mana sel tidak bisa lagi mengambil apapun lebih banyak LDL, reseptor B-100 berhenti mengambil LDL dari darah.

Saat ini terjadi, konsentrasi LDL dalam darah meningkat. LDL yang tertinggal di dalam darah menjadi rusak (teroksidasi) dengan bebas radikal, meskipun diet kaya antioksidan dapat membantu mengurangi LDL oksidasi. Ingatlah bahwa LDL teroksidasi meningkatkan risiko kardiovaskular penyakit dan Sindrom Metabolik.⁷ LDL teroksidasi dikeluarkan dari peredaran oleh pemulung jalur untuk pengambilan kolesterol. Di jalur ini, "pemulung" tertentu sel darah putih meninggalkan aliran darah dan melekatkan diri di pembuluh darah. Sel pemulung mendeteksi LDL teroksidasi, lalu menelan dan mencernanya. Setelah tertelan, LDL umumnya teroksidasi dicegah memasuki kembali

aliran darah. Sel pemulung adalah mampu mengambil LDL teroksidasi dalam jumlah besar.

Senyawa antioksidan yang melindungi senyawa lain, seperti tak jenuh lemak, dan jaringan tubuh dari efek merusak dari oksigen (anti sarana melawan; oksidan berarti oksigen). aterosklerosis Penumpukan lemak bahan (plak) di arteri, termasuk yang mengelilingi jantung.

Masalah kesehatan terkait dengan Asupan Lemak

1. Tingginya asupan lemak tak jenuh ganda

Asupan lemak tak jenuh ganda tampaknya lebih besar dari 10% dari total asupan kalori meningkatkan jumlah kolesterol yang disimpan di arteri, yang meningkatkan peluang mengembangkan penyakit kardiovaskular. asupan tinggi juga dapat merusak sistem kekebalan kemampuan untuk melawan penyakit.

2. Asupan Asam Lemak Omega-3 yang Berlebihan

Diet yang menyertakan ikan yang kaya asam lemak omega-3 dua kali seminggu (8 ons / minggu) dapat mengurangi kemampuan pembekuan darah dan mungkin mempengaruhi irama jantung pada beberapa orang—kedua efek ini membantu menurunkan kemungkinan terkena serangan jantung. Asupan lebih besar dari Ikan (4 hingga 8 ons / hari) lebih lanjut mengurangi risiko penyakit jantung dengan menurunkan trigliserida darah level pada mereka yang levelnya tinggi. Namun, asupan omega-3 yang berlebihan asam lemak dapat mengganggu fungsi sistem kekebalan, memungkinkan perdarahan yang tidak terkontrol, dan menyebabkan stroke hemoragik (pendarahan di otak yang merusaknya). Level yang berlebihan omega-3 biasanya merupakan hasil penggunaan suplemen.

3. Ketidakseimbangan Asam Lemak Omega-3 dan Omega-6

Rata-rata, orang Amerika mengonsumsi asam lemak omega-6 20 kali lebih banyak daripada omega-3. Kedua asam lemak menggunakan jalur metabolisme yang sama; sebagai hasilnya, mereka bersaing dengan salah satunya lain.

Dengan demikian, tubuh mungkin tidak memiliki cukup beberapa senyawa dan terlalu banyak dari yang lain.

Table 6-4 Ratings of Blood Lipoprotein Levels (mg/dl)

Lipoprotein (mg/dl) Rating	
Total Cholesterol	
<200	Desirable
200–239	Borderline high
≥240	High
LDL Cholesterol	
<100	Optimal
100–129	Near optimal
130–159	Borderline high
160–189	High
≥190	Very high
HDL Cholesterol	
<30	Low
≥50	High
Triglycerides	
<100	Optimal
100–149	Near optimal
150–199	Borderline high
200–499	High
≥500	Very high

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Pencegahan CVD

Berikut ini adalah perubahan gaya hidup yang dapat menurunkan dan menurunkan kadar kolesterol darah LDL resiko kesehatan.

- Jaga asupan lemak total antara 20 dan 35% dari total kalori.
- Jaga asupan lemak jenuh kurang dari 7% dari total kalori.
- Jaga asupan lemak trans rendah.
- Jaga lemak tak jenuh ganda di bawah 10% dari total kalori.
- Jaga lemak tak jenuh tunggal di bawah 20% dari total kalori.
- Turunkan asupan kolesterol hingga kurang dari 200 mg per hari.

- Sertakan 2 gram stanol / sterol setiap hari untuk membantu mengurangi penyerapan kolesterol di dalam
- usus kecil dan menurunkannya kembali ke hati.
- Tingkatkan asupan serat larut hingga 20 hingga 30 gram per hari.
- Jaga berat badan pada tingkat yang sehat.
- Tingkatkan aktivitas fisik.

4. Asupan Lemak tengik

Lemak tengik berbau dan berasa tidak enak. Mereka juga mengandung senyawa (peroksida dan aldehida) yang dapat merusak sel. Lemak tak jenuh ganda menjadi tengik cukup mudah karena ikatan rangkapnya mudah rusak (putus) oleh oksigen, panas, logam, atau cahaya (sinar matahari atau cahaya buatan). Ganda yang rusak ikatan menyebabkan lemak tak jenuh ganda membusuk. (Lemak jenuh dan trans kurang rentan terhadap ketengikan karena tidak memiliki atau sedikit ikatan rangkap rantai karbon mereka.) Makanan yang paling mungkin menjadi tengik adalah makanan tak jenuh ganda yang tinggi lemak (misalnya, ikan dan minyak sayur), makanan yang digoreng dalam kemasan (misalnya, keripik kentang), dan makanan berlemak dengan permukaan yang besar (mis., bubuk kuning telur).

5. Diet Tinggi Lemak Trans

Asam lemak trans dari lemak terhidrogenasi memiliki efek kesehatan yang berbahaya. Lemak terhidrogenasi populer selama bertahun-tahun karena membantu produsen makanan menghasilkan kualitas tinggi produk panggang dan goreng. Misalnya, beberapa makanan lebih enak saat dibuat dengan lemak padat.

BAB VII PROTEIN

Protein dalam makanan dalam bentuk polipeptida. Proses pencernaan protein(polipeptida) yang pertama kali dicerna dan dipecah di dalam lambung dengan bantuan gastric juice. Gastric juice mengandung asam klorida (HCl), proenzim pepsinogen. Asam klorida membuat kondisi lambung asam (pH 2-3) sehingga dapat berfungsi untuk menghidrolisis protein dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin. Enzim pepsin kemudian memecah rantai panjang polipeptida menjadi peptide rantai pendek dan beberapa asam amino bebas. Dari lambung, protein yang telah dihidrolisis sebagian bersama-sama dengan zat gizi lainnya (cyme) masuk ke dalam duodenum. Setelah masuk dalam usus kecil, hormon cholecystokinin (CCK) yang disekresikan dari dinding usus kecil menstimulasi pankreas untuk mensekresikan enzim **protease** (enzim **trypsin**, **chymotrypsin**, dan **carboxypeptidase**) ke dalam usus kecil. Enzim-enzim tersebut kemudian mencerna dan memecah polipeptida menjadi peptida rantai pendek dan asam amino.

Peptida rantai pendek dan asam amino di dalam lumen usus kecil kemudian masuk dan diserap kedalam enterocytes dengan penyerapan aktif (Na^+ linked secondary transport system). Asam amino (dari usus kecil) masuk ke dalam pembuluh darah menuju ke hati untuk dipergunakan dalam sintesis protein, kebutuhan energi, konversi kedalam karbohidrat atau lemak, atau dilepaskan kedalam pembuluh darah untuk ditransportasikan ke sel lainnya. Amonia bebas (NH_3) sebagai hasil sisa metabolisme protein (pemecahan asam amino), kemudian dibawa ke dalam hati untuk disintesa menjadi urea dan diekskresikan melalui urin.

Pada kondisi normal (cukup makan/ *well fed*), terutama kebutuhan karbohidrat tercukupi (kebutuhan energi), protein (asam amino) yang bersumber dari makanan akan digunakan untuk sintesis protein (anabolisme). Asamamino sebagai hasil proses katabolisme protein akan disimpan di dalam protein pools untuk digunakan oleh jaringan, hormon dan enzim. Kelebihan konsumsi asam amino (*excess*) dapat digunakan untuk sintesis asam lemak (membutuhkan ATP, biotin, niacin dan panthotenic acid). Sedangkan pada kondisi kelaparan (*starving*), -dimana

kebutuhan karbohidrat sudah tidak mencukupi untuk kebutuhan energi - tubuh akan memecah protein didalam tubuh, seperti protein di otot dan hati (katabolisme) menjadi asam amino untuk pembentukan glukosa (kebutuhan energi, terutama otak). Proses pembentukan glukosa yang bersumber dari asam amino glukogenik ini disebut proses glukoneogenesis.

Istilah protein berasal dari kata Yunani protos, yang berarti "datang lebih dulu". Ini adalah sesuai namanya, mengingat protein merupakan komponen utama dari semua sel di seluruh tubuh. Di Faktanya, selain air, protein merupakan bagian utama dari jaringan tubuh tanpa lemak, yang berjumlah sekitar 17% dari tubuh bobot. Banyak protein tubuh kita ditemukan di otot, jaringan ikat, organ, DNA, hemoglobin, antibodi, hormon, enzim, dan senyawa vital lainnya. Protein sangat penting untuk pengaturan dan pemeliharaan fungsi penting tubuh. Sebagai contoh, pemeliharaan keseimbangan cairan, produksi hormon dan enzim, penglihatan, serta sintesis dan perbaikan sel masing-masing membutuhkan protein khusus. Tubuh mensintesis protein dalam banyak konfigurasi dan ukuran, sehingga mereka dapat melayani fungsi yang sangat bervariasi ini.

Sebaliknya, pola makan di negara berkembang seringkali mengandung jumlah protein yang tidak mencukupi. Seperti yang akan Anda lihat, mengonsumsi tidak memadai jumlah protein karena dapat mengganggu banyak proses metabolisme tubuh tidak dapat membangun protein yang dibutuhkannya. Misalnya sistem kekebalan tubuh tidak lagi berfungsi secara efisien jika kekurangan protein utama, yang mengarah ke peningkatan risiko infeksi, penyakit, dan jika parah, bahkan kematian.

Struktur Protein

Seperti karbohidrat dan lipid, protein terbuat dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Namun, semua protein juga mengandung unsur nitrogen dan beberapa mengandung mineral belerang. Nitrogen dalam protein bersifat khusus bentuk yang dapat digunakan oleh tubuh kita untuk fungsi vital. Bersama-sama, ini unsur-unsur membentuk berbagai asam amino, yang berfungsi sebagai bahan penyusun protein perpaduan.

Asam Amino

Asam amino yang dibutuhkan untuk membuat protein tubuh disuplai oleh yang mengandung protein makanan yang kita makan dan dari sintesis sel (Gbr. 1). Setiap asam amino tersusun dari satu pusat karbon terikat pada 4 kelompok elemen (Gbr. 2). Tiga dari kelompok tersebut adalah nitrogen kelompok, disebut gugus amino (atau amina); kelompok asam (karboksil); dan molekul hidrogen.

Kelompok keempat, disebut rantai samping, sering kali ditandai dengan huruf R. Dasar, atau "generik", model asam amino dan struktur 2 asam amino, glisin dan alanin, ditunjukkan pada Gambar 2. Rantai samping, atau bagian R, dari asam amino menentukan nama amino asam. Misalnya, jika R adalah hidrogen, asam aminonya adalah glisin; jika R adalah gugus metil ($-CH_3$), asam aminonya adalah alanin. Beberapa asam amino memiliki bagian R yang serupa secara kimiawi.

Asam amino terkait ini membentuk kelas khusus, seperti asam amino asam, amino basa asam, dan asam amino rantai cabang. Misalnya, asam amino yang bersifat asam kehilangan hydrogen dalam reaksi dan menjadi bermuatan negatif, sedangkan asam amino basa bertambah hidrogen dan menjadi bermuatan positif. Ini memungkinkan mereka untuk berpartisipasi dalam berbagai hal reaksi enzimatik dalam tubuh.

Tubuh membutuhkan 20 asam amino yang berbeda untuk berfungsi. Meskipun semuanya penting, 11 asam amino ini tidak perlu diperoleh dari makanan. Mereka diklasifikasikan sebagai asam amino non-esensial (atau dapat dibuang) karena tubuh kita membuatnya, menggunakan asam amino lain yang kita konsumsi (tabel 1). 9 asam amino itu tubuh tidak dapat membuat dikenal sebagai asam amino esensial (atau sangat diperlukan) karena harus didapat dari makanan. Asam amino esensial tidak bisa disintesis di dalam tubuh karena sel tubuh tidak dapat membuat karbon kerangka asam

amino, tidak dapat mengikatkan gugus amino ke karbon kerangka, atau tidak bisa melakukan seluruh proses cukup cepat untuk memenuhi kebutuhan tubuh.

Beberapa asam amino nonesensial dapat diklasifikasikan sebagai “secara kondisional asam amino esensial” selama masa bayi, penyakit, atau trauma. 1 Misalnya, a Orang dengan penyakit genetik fenilketonuria (PKU) memiliki kemampuan yang terbatas untuk memetabolisme fenilalanin asam amino esensial karena defisiensi enzim fenilalanin hidroksilase. Enzim ini dibutuhkan untuk mengubah fenilalanin menjadi tirosin asam amino nonesensial.

Tabel 3. Klasifikasi Asam Amino

Table 7-1 Classification of Amino Acids	
Essential Amino Acids	Non-essential Amino Acids
Histidine	Alanine
Isoleucine*	Arginine
Leucine*	Asparagine
Lysine	Aspartic acid
Methionine	Cysteine
Phenylalanine	Glutamic acid
Threonine	Glutamine
Tryptophan	Glycine
Valine*	Proline
	Serine
	Tyrosine

*Branched-chain amino acids.

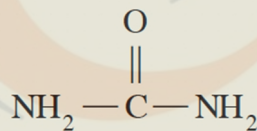
(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

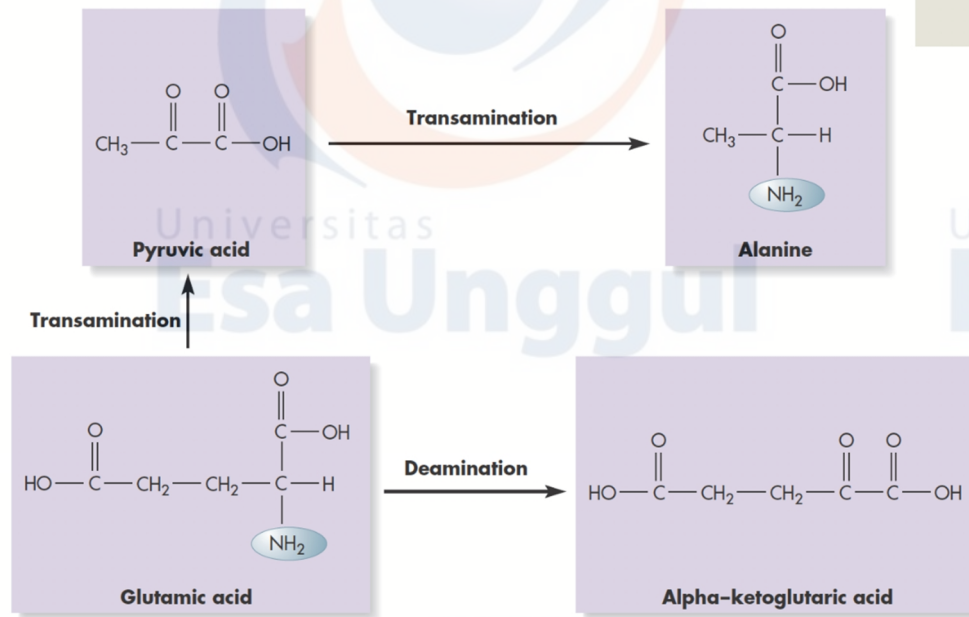
Sintesis Asam Amino Non-esensial

Asam amino nonesensial dapat disintesis melalui proses yang disebut transaminasi. Transaminasi melibatkan transfer gugus amino dari 1 asam amino ke karbon kerangka untuk membentuk asam amino baru. Seperti diilustrasikan pada Gambar 7-3, asam glutamat menyumbangannya gugus amino ke kerangka karbon asam piruvat menjadi asam amino nonesensial asam alanin.

Asam glutamat (dan beberapa asam amino lainnya) juga dapat kehilangan gugus aminonya tanpa mentransfernya ke kerangka karbon lain. Proses ini disebut deaminasi. Amino kelompok (dalam bentuk amonia) dimasukkan ke dalam urea di hati, diangkut melalui aliran darah ke ginjal, dan dikeluarkan melalui urin.

Asam amino esensial Asam amino itu tubuh manusia tidak dapat mensintesisnya jumlah yang cukup atau sama sekali dan karenanya harus dimasukkan dalam makanan. kerangka karbon Asam amino tanpa kelompok amino Produk limbah nitrogen urea dari metabolisme protein dan utama sumber nitrogen dalam urin; secara kimiawi digambarkan seperti ini:





Gambar 3. Transaminasi dan Deaminasi

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Komposisi Asam Amino: Protein Lengkap dan Tidak Lengkap

Protein hewani dan nabati dapat sangat berbeda dalam proporsi esensial dan nonesensial asam amino. Protein hewani, seperti daging, unggas, ikan, telur, dan susu, mengandung jumlah yang cukup dari semua 9 asam amino esensial. (Gelatin — terbuat dari hewan protein kolagen — merupakan pengecualian karena kehilangan asam amino esensial selama proses berlangsung pengolahan dan rendah asam amino esensial lainnya.) Sebaliknya, protein nabati tidak mengandung jumlah asam amino esensial yang dibutuhkan. Dengan pengecualian protein kedelai, mereka rendah setidaknya 1 dari 9 asam amino esensial. Ilmuwan mengklasifikasikan protein makanan menurut komposisi asam amino mereka. Karena mereka mengandung jumlah yang cukup dari semua amino esensial asam, protein hewani (kecuali gelatin) diklasifikasikan sebagai lengkap, atau kualitas tinggi, protein. Protein nabati (kecuali kedelai) diklasifikasikan sebagai tidak lengkap, atau kualitas rendah, protein karena mengandung 1 atau lebih banyak asam amino esensial. Asam amino esensial dalam pasokan terkecil dalam makanan atau makanan dalam kaitannya dengan tubuh kebutuhan disebut asam amino pembatas karena membatasi jumlah protein tubuh

dapat mensintesis.

Sintesis Protein

Di dalam sel tubuh, asam amino dapat dihubungkan bersama oleh ikatan kimia, yang disebut peptida ikatan, untuk membentuk protein yang dibutuhkan (Gbr. 7-4). Ikatan peptida terbentuk antara amino gugus asam amino 1 dan gugus asam (karboksil) lainnya. Melalui ikatan peptida asam amino, sel dapat mensintesis dipeptida (bergabung dengan 2 asam amino), tripeptida (bergabungnya 3 asam amino), oligopeptida (bergabung dengan 4 hingga 9 asam amino), dan polipeptida (bergabung dengan 10 atau lebih asam amino). Kebanyakan protein adalah polipeptida, mulai dari sekitar 50 sampai 2000 asam amino. Tubuh dapat mensintesis banyak protein berbeda dengan menggabungkan 20 asam amino dengan ikatan peptida.

Transkripsi dan Terjemahan Informasi Genetik

Sintesis protein tubuh ditentukan melalui proses yang disebut ekspresi gen. Ekspresi gen terjadi saat asam deoksiribonukleat (DNA) bereplikasi, menghasilkan eksak salinan gen. Jadi, setiap gen berfungsi sebagai template untuk memandu duplikasi genetik informasi yang dibawa oleh DNA. Seperti yang Anda ketahui, DNA adalah molekul beruntai ganda yang berbentuk heliks. Setiap untai DNA terdiri dari 4 nukleotida (blok pembangun DNA): adenin (A), guanin (G), sitosin (C), dan timin (T). Setiap nukleotida saling melengkapi (berikatan dengan) nukleotida lain; A dan T saling melengkapi, begitu pula C dan G.

Instruksi kode DNA untuk sintesis protein terdiri dari urutan 3 nukleotida per unit instruksi (misalnya, CTC), yang menentukan di mana setiap asam amino berada ditempatkan dalam protein dan dalam urutan yang mana. Satuan nukleotida ini disebut kodon, dan masing-masing mewakili asam amino spesifik. Misalnya, kodon yang diwakili CTC asam amino asam glutamat. Beberapa asam amino hanya memiliki 1

kemungkinan kodon, sedangkan yang lain memiliki sebanyak 6. Misalnya, asam amino asam glutamat sebenarnya memiliki 2 kodon: CTC dan CTT.

Sintesis protein terjadi di ribosom yang terletak di sitosol sel, bukan di dalam inti. Jadi, kode DNA yang digunakan untuk sintesis protein tertentu haruslah ditransfer dari nukleus (tempat DNA berada) ke sitosol untuk memungkinkan sintesis semacam itu. Transfer ini adalah tugas messenger RNA (mRNA). Proses pembentukan transkripsi DNA messenger RNA (mRNA) dari sebagian DNA.

Tabel 4. DNA, mRNA, dan tRNA

DNA Nucleotides	Complementary mRNA Nucleotides	Complementary tRNA Nucleotides
Adenine	Uracil	Adenine
Cytosine	Guanine	Cytosine
Thymine	Adenine	Uracil
Guanine	Cytosine	Guanine

(Sumber: Brown JE, et al. 2011)

Transkrip mRNA primer menjalani pemrosesan di inti sel untuk dihilangkan setiap bagian dari kode DNA yang tidak mengkode sintesis protein, disebut intron (ini sebenarnya membuat sebagian besar DNA). MRNA kemudian melakukan perjalanan ke ribosom. Itu ribosom membaca kodon pada mRNA dan menerjemahkan instruksi tersebut untuk menghasilkan a protein spesifik. Ini adalah fase terjemahan mRNA dari sintesis protein. Asam amino adalah ditambahkan 1 sekaligus ke rantai polipeptida seperti yang diarahkan oleh instruksi pada mRNA.

Synopsis of the Steps in Protein Synthesis

Part of DNA code (gene) is transcribed to mRNA in the nucleus.



mRNA leaves the nucleus and travels to cytosol.



Ribosomes in the cytosol read the mRNA code and translate it into directions for a specific sequence of amino acids in a polypeptide chain.



To produce the polypeptide, tRNA takes the appropriate amino acid to the ribosome as dictated by the mRNA code. The amino acid is added to the existing amino acid chain, which begins with the amino acid methionine.



When synthesis of the polypeptide is complete, it is released from the ribosome.



The polypeptide folds into its active 3-dimensional form.

Bentuk Protein

Urutan asam amino dalam rantai polipeptida, disebut struktur primer, menentukan bentuk protein. Asam amino harus diposisikan secara akurat agar asam amino berinteraksi dan melipat dengan benar ke dalam bentuk yang diinginkan untuk protein. Ini, pada gilirannya, memungkinkan ikatan kimia terbentuk antara asam amino yang berdekatan dan menstabilkan struktur. Ini menciptakan bentuk seperti spiral yang disebut struktur sekunder. Itu konformasi 3 dimensi unik dari sebuah protein, yang disebut struktur tersier, menentukannya fungsi fisiologis. Jadi, jika protein gagal membentuk konfigurasi yang sesuai, itu tidak bisa berfungsi. Dalam beberapa kasus, 2 atau lebih polipeptida terpisah berinteraksi untuk membentuk, protein baru, dengan struktur kuaterner.

Denaturasi Protein

Paparan larutan asam atau basa, enzim, panas, atau agitasi dapat mengubah protein struktur, membiarkannya dalam keadaan terdenaturasi. Denaturasi adalah perubahan protein Struktur 3 dimensi. Meskipun denaturasi tidak mempengaruhi protein primer struktur, mengungkap bentuk protein sering kali merusak fungsi biologis normalnya.

Dalam beberapa kasus, denaturasi protein menguntungkan. Misalnya sekresi asam klorida di perut selama pencernaan mengubah sifat protein makanan, yang membantu meningkatkan paparan mereka terhadap enzim pencernaan dan membantu pemecahan polipeptida rantai. Panas yang dihasilkan selama memasak juga dapat mengubah sifat protein, membuatnya lebih aman untuk dimakan (misalnya, ketika protein bakteri patogen mengalami perubahan sifat) dan lebih enak untuk dimakan (misalnya, saat telur mengeras saat dimasak).

Adaptasi Sintesis Protein untuk Mengubah Kondisi

Sebagian besar protein tubuh yang vital selalu dalam keadaan rusak, dibangun kembali, dan diperbaiki. Ini Proses, yang disebut pergantian protein, memungkinkan sel untuk beradaptasi dengan keadaan yang berubah.

Sumber Protein

Protein dipasok oleh makanan, serta daur ulang protein tubuh. Untuk Misalnya, lapisan saluran usus terus terkelupas. Saluran pencernaan memperlakukan sel-sel yang terkelupas seperti partikel makanan dan menyerap asam amino yang dilepaskan selama pencernaan. Faktanya, sebagian besar produk pemecahan protein — asam amino — dilepaskan di seluruh tubuh dapat didaur ulang dan ditambahkan ke kumpulan asam amino yang tersedia untuk sintesis protein di masa depan. Dengan membandingkan 250 sampai 300 g protein dewasa membuat dan menurunkan setiap hari dengan 65 hingga 100 g protein yang biasanya dikonsumsi dewasa, Anda dapat melihat betapa pentingnya asam amino daur ulang sebagai sumber protein tubuh.

Meskipun demikian, protein makanan dibutuhkan untuk mengisi dan mempertahankan cadangan asam amino yang cukup untuk sintesis dan perbaikan protein. Sebagai cara untuk menambahkan lebih banyak protein nabati ke Anda diet, pertimbangkan saran berikut:

- Pada masakan Anda berikutnya, cobalah burger vegetarian sebagai gantinya dari hamburger. Ini tersedia di beku bagian makanan dari toko kelontong dan masuk berbagai jenis rasa. Banyak restoran menambahkan sayuran burger ke menu mereka.
- Taburkan biji bunga matahari atau almond cincang di atas salad untuk menambah rasa dan tekstur.
- Campur kenari cincang ke dalam adonan roti pisang, muffin, atau pancake untuk menambah semangat
- asupan lemak tak jenuh tunggal dan protein.
- Makan edamame (kacang kedelai hijau) atau kacang kedelai panggang sebagai camilan.
- Oleskan selai kacang, sebagai pengganti mentega atau krim keju, di atas bagel.
- Pertimbangkan untuk menggunakan susu kedelai, terutama jika Anda mengalami intoleransi laktosa. Cari varietasnya
- yang diperkuat dengan kalsium.
- Gantikan kacang hitam atau kacang refried vegetarian dengan daging atau ikan di taco Anda.
- Membuat tumis dengan tahu, kacang mete, dan berbagai macam sayuran.

Evaluasi Kualitas Protein Pangan

Ilmuwan menggunakan berbagai ukuran untuk mengevaluasi kualitas protein suatu makanan. Langkah-langkah ini menunjukkan kemampuan protein makanan untuk mendukung pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh. Kualitas protein ditentukan terutama oleh daya cerna makanan (jumlah asam amino yang diserap) dan komposisi

asam amino, dibandingkan dengan protein referensi (misalnya, protein putih telur) yang diketahui menyediakan asam amino esensial dalam jumlah yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan. Itu Kecernaan protein hewani relatif tinggi (90–100%), berbeda dengan pencernaan tumbuhan protein (70%). Penting untuk dicatat bahwa konsep kualitas protein hanya berlaku dalam kondisi tertentu di mana asupan protein sama dengan atau kurang dari jumlah protein yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan asam amino esensial.

Nilai Biologis (BV)

Nilai biologis (BV) suatu protein adalah ukuran seberapa efisien makanan yang diserap protein diubah menjadi protein jaringan tubuh. Jika makanan memiliki jumlah yang cukup semua 9 asam amino esensial, itu harus memungkinkan seseorang untuk secara efisien memasukkan asam amino dari protein makanan menjadi protein tubuh.

Untuk menentukan BV, retensi nitrogen dalam tubuh dibandingkan dengan nitrogen kandungan protein makanan. Lebih banyak nitrogen dipertahankan saat pola asam amino makanan sangat cocok dengan pola asam amino protein tubuh. Semakin baik pertandingannya, semakin tinggi BV.

$$BV = \frac{\text{Nitrogen retained (g)}}{\text{Nitrogen absorbed (g)}} \times 100$$

$$PER = \frac{\text{Weight gain (g)}}{\text{Protein consumed}}$$

$$\text{Chemical score} = \frac{\text{mg of limiting amino acid per g of protein}}{\text{mg of limiting amino acid per g of an "ideal" protein}}$$

$$PDCAAS = \text{Chemical score} \times \text{Digestibility}$$

Rasio Efisiensi Protein (PER)

Rasio efisiensi protein (PER) adalah metode lain untuk menilai protein makanan kualitas. PER membandingkan jumlah pertambahan berat badan dengan hewan laboratorium yang sedang tumbuh mengkonsumsi sejumlah protein standar yang sedang dipelajari dengan berat keuntungan pada hewan yang mengonsumsi sejumlah protein referensi standar, seperti kasein (protein susu). PER makanan mencerminkan nilai biologisnya karena pertambahan berat badan dan pertumbuhan yang diukur dalam PER tergantung pada penggabungan protein makanan ke dalam jaringan tubuh. Jadi, protein hewani dengan BV tinggi juga menghasilkan a PER tinggi, sedangkan protein nabati umumnya menghasilkan BV dan PER yang lebih rendah karena keduanya adalah protein yang tidak lengkap. FDA menggunakan metode ini untuk menetapkan standar pelabelan makanan yang ditujukan untuk bayi.

Skor Kimia

Kualitas protein suatu makanan juga dapat dievaluasi dengan skor kimianya. Untuk menghitung skor kimiawi, jumlah setiap asam amino esensial dalam satu gram protein makanan yang diuji dibagi dengan jumlah "ideal" untuk asam amino tersebut dalam satu gram referensi protein (biasanya protein telur). Rasio asam amino terendah (atau pembatas) yang dihitung untuk asam amino esensial dari protein uji adalah skor kimiawi dari protein tersebut. Skor kimia berkisar dari 0 hingga 1,0.

Skor Asam Amino Koreksi Pencernaan Protein (PDCAAS)

Ukuran kualitas protein yang paling banyak digunakan disebut Koreksi Kecernaan Protein Skor Asam Amino (PDCAAS). Skor ini diperoleh dengan mengalikan bahan kimia makanan skor dengan kecernaannya. Misalnya untuk menentukan PDCAAS gandum, kalikan skor kimianya (0,47) berdasarkan daya cerna (0,90). Ini memberikan PDCAAS sekitar 0,40. PDCAAS tertinggi adalah 1,0, yang merupakan skor untuk protein kedelai dan sebagian besar protein hewani. Protein hilang salah satu dari 9 asam amino esensial (misalnya gelatin) memiliki PDCAAS 0 karena skor kimianya 0.

Asupan Protein yang Direkomendasikan

Individu sehat yang tidak dalam periode pertumbuhan atau pemulihan dari penyakit atau cedera perlu mengonsumsi protein dalam jumlah yang menggantikan protein yang hilang dalam urin (terutama sebagai urea), feses, keringat, sel kulit, rambut, dan kuku. Ketika asupan protein sama dengan jumlah yang masuk kehilangan, keseimbangan protein (atau keseimbangan) dipertahankan selama asupan energi cukup untuk mencegah penggunaan protein untuk energi.

Ketika asupan protein kurang dari kerugian, seseorang berada dalam protein negative (atau nitrogen) keseimbangan. Keseimbangan protein negatif sering berkembang pada individu yang makan tidak memadai protein disertai dengan penyakit atau cedera serius yang tidak diobati (lihat Bagian 7.7) dan di penderita penyakit (mis., penyakit Cushing) yang meningkatkan produksi hormone kortisol, yang meningkatkan pemecahan protein. Misalnya, individu dengan yang tidak diobati Sindrom defisiensi imun didapat (AIDS) mensintesis protein dengan kecepatan yang serupa dengan itu orang sehat, tetapi banyak yang memecah protein tubuh pada tingkat yang jauh lebih tinggi.

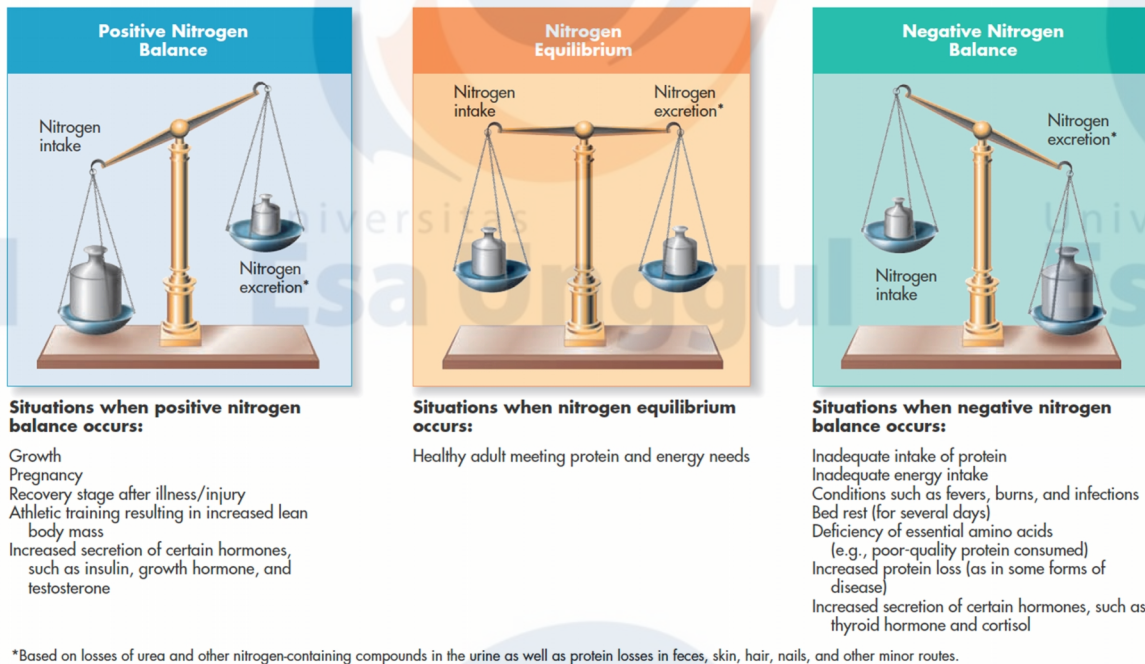


Figure 7-10 Determining nitrogen balance requires measuring nitrogen intake and loss.

Ketika asupan lebih besar dari kehilangan, keadaan keseimbangan protein positif tercapai. Selama periode pertumbuhan dan pemulihan dari cedera, trauma, atau penyakit, protein positif keseimbangan diperlukan untuk memasok bahan yang cukup untuk membangun dan memperbaiki jaringan. Selain itu, hormon insulin, hormon pertumbuhan, dan testosteron semuanya merangsang protein sintesis untuk membangun jaringan baru. Hanya makan lebih banyak protein tidak membangun tambahan protein tubuh, bagaimanapun — kebutuhan protein harus ditingkatkan di atas kebutuhan normal agar ini terjadi.

Nitrogen membuat kira-kira 16% dari berat asam amino ($16/100 = 6,25$). Karena itu, nitrogen asupan dikalikan dengan 6,25 memberikan perkiraan asupan protein:

$$\text{Nitrogen (g)} \times 6,25 = \text{Protein (g)}$$

Studi keseimbangan nitrogen sulit dilakukan karena pengukuran semuanya akurat sumber asupan dan kehilangan nitrogen diperlukan selama periode 24 jam.

Asupan Referensi Diet untuk Protein

RDA untuk protein tercantum di sampul dalam buku teks ini. Pedoman ini menyediakan rekomendasi untuk individu yang sehat selama periode pertumbuhan dan perkembangan (masa bayi, masa kanak-kanak, kehamilan, menyusui), serta selama masa dewasa normal.

Untuk orang dewasa, RDA untuk protein adalah 0,8 g / kg berat badan. Berat badan sehat digunakan sebagai patokan untuk RDA karena penyimpanan lemak berlebih tidak berkontribusi banyak pada kebutuhan protein. Sebagai dicatat dalam persamaan berikut, RDA untuk orang dewasa adalah 56 g / hari untuk 154-lb (70-kg) pria dan 46 g / hari untuk wanita 125-lb (57-kg).

Convert weight from pounds to kg: $\frac{154 \text{ pounds}}{2.2 \text{ pounds/kg}} = 70 \text{ kg (man)}$

$$\frac{125 \text{ pounds}}{2.2 \text{ pounds/kg}} = 57 \text{ kg (woman)}$$

Calculate RDA: $70 \text{ kg} \times \frac{0.8 \text{ g protein}}{\text{kg body weight}} = 56 \text{ g (man)}$

$$57 \text{ kg} \times \frac{0.8 \text{ g protein}}{\text{kg body weight}} = 46 \text{ g (woman)}$$

RDA untuk protein tidak membahas jumlah protein tambahan yang dibutuhkan selama pemulihan dari penyakit atau cedera atau yang mungkin sangat dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan atlet terlatih. Kebutuhan protein berkisar antara 0,8 sampai 2,0 g / kg berat badan dalam kondisi pemulihan dan 0,8 hingga 1,7 g / kg berat badan atlet ketahanan atau kekuatan. Stres mental, kerja fisik, dan aktivitas olahraga rutin akhir pekan tidak membutuhkan peningkatan protein RDA.

Pencernaan dan Penyerapan Protein

Untuk beberapa makanan, langkah pertama dalam pemecahan protein terjadi selama memasak. Memasak membuka (mengubah sifat) protein dan melembutkan jaringan ikat yang keras dalam daging. Ini bisa membuat banyak makanan kaya protein lebih mudah

dikunyah dan membantu pemecahan selama proses pencernaan dan penyerapan di saluran GI. Pencernaan enzimatik protein dimulai di perut dengan sekresi asam hidroklorik. Setelah protein didenaturasi oleh asam lambung, pepsin, enzim utama diproduksi oleh perut untuk mencerna protein, mulai memecah polipeptida yang Panjang rantai menjadi rantai asam amino yang lebih pendek melalui reaksi hidrolisis.

Pelepasan pepsin dikendalikan oleh hormon gastrin. Berpikir tentang makanan atau mengunyah makanan merangsang sel-sel penghasil gastrin di ujung perut untuk melepaskan hormon. Gastrin juga sangat merangsang produksi sel parietal lambung asam, yang membantu pencernaan dan aktivasi pepsin. Pepsin sebenarnya disimpan sebagai enzim tidak aktif (disebut pepsinogen) untuk mencegahnya mencerna lapisan perut. Setelah pepsinogen memasuki lingkungan asam lambung (pH antara 1 dan 2), bagian molekul dipecah, membentuk pepsin enzim aktif.

Fungsi Protein:

1. Memproduksi Struktur Tubuh Vital

Salah satu fungsi utama protein adalah memberikan dukungan struktural pada sel-sel tubuh dan jaringan. Protein struktural utama (kolagen, aktin, dan miosin) terdiri lebih dari sepertiga dari protein tubuh dan menyediakan matriks untuk otot, jaringan ikat, dan tulang.

2. Menjaga Keseimbangan Cairan

Protein darah albumin dan globulin penting dalam menjaga keseimbangan cairan darah dan ruang jaringan di sekitarnya. Tekanan darah normal di arteri memaksa darah menjadi tempat tidur kapiler. Cairan darah kemudian bergerak dari tempat tidur kapiler ke dalam ruang di antaranya sel di dekatnya (ruang interstisial) untuk memberikan nutrisi ke sel tersebut.

3. Berkontribusi pada Keseimbangan Asam-Basa

Keseimbangan asam-basa dalam tubuh dinyatakan dalam pH, yang mencerminkan konsentrasi ion hidrogen [H]. Larutan dengan konsentrasi ion hidrogen tinggi memiliki pH rendah dan karena itu lebih asam, sedangkan larutan dengan konsentrasi ion hidrogen rendah memiliki asam pH tinggi dan lebih basa.

4. Pembentuk Hormon, Enzim, dan Neurotransmitter

Asam amino dibutuhkan untuk sintesis sebagian besar hormon dalam tubuh. Beberapa hormon, seperti hormon tiroid, dibuat dari hanya 1 asam amino, sedangkan yang lain, seperti insulin, terdiri dari banyak asam amino.

5. Berkontribusi pada Fungsi Kekebalan Tubuh

Protein antibodi adalah komponen kunci dari sistem kekebalan. Antibodi dapat mengikat protein asing (disebut antigen) yang menyerang tubuh dan dapat mencegah serangannya sel target. Pada individu normal dan sehat, antibodi sangat efisien dalam memerangi antigen ini untuk mencegah infeksi dan penyakit.

6. Mengangkut Nutrisi

Banyak protein berfungsi sebagai pengangkut nutrisi lain, membawanya melalui aliran darah ke sel dan melintasi membran sel ke tempat kerja. Misalnya protein hemoglobin membawa oksigen dari paru-paru ke sel. Lipoprotein mengangkut lipid besar molekul dari usus kecil, melalui getah bening dan darah ke sel-sel tubuh.

7. Membentuk Glukosa

Tubuh harus mempertahankan konsentrasi glukosa darah yang cukup konstan untuk memasok energi, terutama untuk sel darah merah, sel otak, dan sel jaringan saraf yang mengandalkan hampir secara eksklusif pada glukosa untuk energi.

8. Memberi Energi

Protein memasok energi yang sangat sedikit untuk individu yang sehat. Dalam kebanyakan kondisi, tubuh sel menggunakan lemak dan karbohidrat terutama untuk energi. Meski protein dan karbohidrat mengandung jumlah energi yang dapat digunakan yang sama — rata-rata, 4 kkal / g — adalah protein sumber energi yang sangat mahal, mengingat jumlah metabolisme dan prosesnya hati dan ginjal harus bekerja untuk menggunakan sumber energi ini.

A. Daftar Pustaka

American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Fat replacers . J Am Diet Assoc. 2005 ;105: 266.

Byrd-Bredbenner et.al. 2007. Wardlaw Perspective in Nutrition eight edition. McGraw-Hill: America. P.190-202.

Brown JE, et al. (2011). Nutrition through in the life cycle. fourth edition. Wadsworth. USA.